Nos 15-16 30 NOVEMBRE 1939

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : L. OLIVIER (1890-1920).
Directeurs : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937).
Directeur :
R. ANTHONY, Professeur au Muséum national d'Histoire Naturelle.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Médecin-Capitaine Gaston DOIN, Hôpital mixte, Vernon (Eure).

La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norwège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Psycho-biologie.

Que l'on rapproche l'ensemble psycho-physiologique d'un être vivant des phénomènes physico-chimique — ou que l'on mette en vedette un principe vital doué d'une orientation — on est obligé de reconnaître que la vie se caractérise essentiellement par des mouvements. Aucune analogie avec les oscillations mécaniques; les rythmes de la vie en se prolongeant se modifient sans perdre leur attache avec les prédispositions originelles. La venue au présent d'un déclanchement rythmique quelconque dans notre organisme est préparée par des fonctionnements réalisés antérieurement. Le point de départ de certaines répercussions actuelles peut aussi bien remonter à des générations reculées dans la chronologie de nos ancêtres qu'à des événements dirigés par nous ou des maladies, des ambiances subies par notre corps.

L'essor de la physiologie sous l'impulsion de savants français se trouve aujourd'hui arrêté. Nous ne pouvons continuer au xxe siècle à séparer la physiologie de la psychologie. Pour faire le pont entre ces deux sciences voisines, je propose dans cette revue, depuis une dizaine d'années, l'étude approfondie du cycle psycho-neuro-moteur avec son élan, son expansion et son extinction. Je ne crois pas avoir trahi mes maîtres préférés, Eugène Gley et Pierre Janet. En tout cas, les publications reçues à la *Revue générale des sciences* cette année confirment pleinement la manière de comprendre la psycho-biologie telle que je l'ai fait dans ses colonnes.

Nogué, Blanché et Madinier, les nouveaux auteurs de la célèbre bibliothèque de philosophie de Félix Alcan, s'attachent tous trois, à démontrer l'importance du mouvement dans la formation de la structure psychologique. L'effort (Maine de Biran) permet au sujet de se confondre avec l'objet. Le schème moteur de Bergson par le déplacement que l'effort produit du sujet vers l'objet conduit aux notions d'espace et de durée. Il convient pour les trois jeunes auteurs que nous venons de citer de dépasser l'enseignement de ces illustres maîtres. La perception et la conscience sont précédées de mouvements : elles ne sauraient exister sans la médiation du mouvement. La motricité serait l'intelligence organisant le sensible[1].

Comme Marcel Jousse l'a éloquemment soutenu, les premières ébauches des manifestations psychologique dérivent du mimisme. Les mimodrames sont la partie vivante de notre psychologie. En supprimant les gestes, on abolit la psychologie entière. Le biologiste rencontre le psychologue, en disant que la vie se décompose en cycles psycho-neuro-moteurs séparés par des intervalles plus ou moins longs suivant les besoins individuels et les aptitudes à les satisfaire.

Dans le règne animal, une impulsion pousse l'individu sous l'aiguillon du besoin. L'expansion neuro-motrice n'aurait aucune signification sans la poursuite de l'objet du besoin. Le cycle neuro-moteur s'arrête quand le but est atteint!

L'exercice des qualités spontanées de l'être se place mieux au service de la vie que la pensée détachée des événements concrets du moment. L'oiseau, sans réflexion, apprécie la composition chimique de l'eau

1. Gabriel Madinier : Conscience et mouvement. Editeur Félix Alcan, 1938.

avant de daigner en boire, et il évite de se baigner dans un bassin contenant la moindre impureté. Parmi les hommes, Cornetz ne nous a-t-il pas appris que l'enfant de la brousse, délaissant l'école du village pour l'école buissonnière, affine ses jugements sur les choses au point d'acquérir un véritable génie de l'orientation!

Les hommes se font illusion : ils ne sont pas intelligents. La plupart des hommes en effet sont régis par l'habitude comme les animaux le sont par l'instinct. Personne n'est vraiment intelligent, personne ne sachant se libérer des habitudes pour régler exactement sa conduite sur les nécessités internes de l'organisme ou sur la survenance de nouveautés dans l'ambiance. L'intelligence s'exerce dans des circonstances exceptionnelles : le niveau typologique de l'intelligence devrait être calculé d'après la rapidité et l'aisance de l'adaptation aux moindres variations de l'organisme ou de l'ambiance.

Les hommes font partie d'une société et ils sont tour à tour soutenus ou meurtris par des cadres sociaux. Le déroulement des cycles neuro-moteurs, pour s'être détaché des besoins naturels, n'en est pas moins impérieusement guidé. Les habitudes inculquées par des maîtres se sont substituées aux instincts; la motilité est coudée dans le moule préparé par la Société : des déclanchements automatiques se succèdent dans l'homme de la ville et des champs. Dans chaque profession, le néophyte emboîte le pas de ses devanciers. L'intelligence sert à l'adaptation à une société au lieu de s'adapter à la nature.

Gemelli[2], par exemple, dans ses recherches précises sur les habiletés (spécialement sur l'habileté des aviateurs) a mis en évidence les aptitudes spéciales, superstructure récemment ajoutée au cycle neuro-moteur élémentaire. Ces aptitudes ont été découvertes chez certains individus quand le besoin en a été éprouvé par la société arrivée à un certain stade de civilisation. La rapidité et la finesse des décisions, la capacité de s'orienter dans toutes les positions du corps, montrent une fois de plus dans un cycle neuro-moteur l'intrication étroite des propriétés physiologiques du corps et des qualités psychiques. L'endurance physique, la persistance de l'attention sont essentielles, les qualités du corps aussi bien que celles de l'esprit ne valant rien, pour le triomphe final, sans résistance à la fatigue.

Le cycle psycho-neuro-moteur, qui n'est pas formé par des oscillations mécaniques, mais par un rythme original issu de dispositions natives constamment transformées mais persistantes du moins dans leur tonalité fondamentale, le cycle psycho-neuro-moteur ne saurait se maintenir s'il n'était sous-tendu par un cycle affectif. En réalité, celui-ci tour à tour commande la forme de la motilité ou, au contraire impose à tout l'organisme sa nuance momentanée. Du fait de l'affectivité, ce cycle psycho-neuro-moteur s'éloigne des phénomènes physico-chimiques habituellement observés dans le monde inanimé : une tonalité affective différente peut retourner l'effet antérieurement observé d'une cause quelconque sur le cycle psycho-neuro-moteur. Ces considérations pourtant élémentaires pour le biologiste ont été si mal comprises des psychologues et des physiologistes que notre vocabulaire courant est impropre à exprimer les manifestations de la vie; un même mot, l'émotion, sert à exprimer le stimulant nécessaire à l'action ou les « ratés de l'instinct ». On ne pourra sortir de l'impasse où se trouve engagée la psycho-biologie qu'en décrivant aussi exactement que possible les moments psycho-physiologiques se succédant dans une période d'existence réellement vécue... pour cela il faudra créer des mots nouveaux afin d'exprimer les nuances affectives qui poussent aux mouvements (les variétés de l'enthousiasme par exemple) et les nuances affectives entravant tout élan de vitalité (les variétés de l'ennui par exemple).

Le principal stimulus de l'action est l'angoisse d'une absence, le manque d'aliments quand l'individu à faim. Les ethnographes, s'ils étaient psychologues, nous décriraient mieux qu'ils ne le font, les cycles psycho-neuro-moteurs mis en jeu par la pêche, la chasse ou la culture des champs. Au lieu de partir de cette forme élémentaire de l'activité pour fonder une psycho-biologie, les jeunes psychologues se laissent trop impressionner par les théories de Freud. Ces théories, en partie exactes, dans le champ d'observation du célèbre professeur, les névrosés de Vienne, donnent en psychologie générale un mauvais aiguillage aux écoles modernes; Lacroze[3] qui a eu le mérite de glaner dans le champ de l'ethnographie, ne dépasse pas la notion de conflit entre tendances personnelles et tendances imposées par la Société.

Sans doute, à côté du cycle déterminé par la poursuite de la nourriture, des tendances multiples, opposées même, sont prêtes à soulever des cycles neuro-moteurs. Les chefs, les prêtres, les éducateurs s'évertuent à réprimer les tendances nuisibles à l'ordre social. Chez les primitifs les tabous sont des défenses, des interdits. Par exemple, les tabous du sang n'ont pas d'autres rôles que de réprimer les contagions sanguinaires encore si vivaces parmi certains blancs du XX[e] siècle. Comme le fait remarquer Marius Latour[4], le moyen d'action des conducteurs d'hommes est le prestige! Au cycle neuro-moteur ne dépassant pas un faible rayon d'action s'oppose le prestige d'un dictateur envahissant une vaste étendue d'espace, quelquefois même une longue durée de temps.

La morale comme l'ethnographie devrait se rattacher au cycle neuro-moteur. Quand le besoin a cessé de produire une mise en mouvement, plusieurs

2. La psychologie expérimentale en Italie (Ecole de Milan), par A. Manoil. Editeur. Félix Alcan 1938. — Psychothecni- et Sélection professionnelle. Etudes. 15 rue Monsieur, Psychotechnique eo Sélection professiounelle. Etudes. 20 février 19 39. — 15 rue Monsieur.

3. Lacroze : L'Angoisse et l'Emotion. Editeur Boivin.

4. Marius Latour : Premiers principes d'une théorie générale des émotions (onzième série). Editeur Alcan.

voies s'ouvrent à l'activité. D'abord des désirs sans utilité vitale se font jour; on a dit de l'homme qu'il était un animal insatiable; il est vrai que sur la pente du désir les fantaisies les plus hétéroclites se manifestent... mais les germes du meilleur voisinent avec les germes du pire. Chaque personnalité a des dons qu'il suffit de découvrir et de développer. Il convient de se détourner de l'agitation extérieure et de faire un effort intérieur pour favoriser ces dons (dons scientifiques, religieux, artistiques).

Aux pessimistes, je conseille de lire le beau livre du doyen Jacques Chevalier[5] mais je ne puis m'y attarder. Les moralistes, comme les ethnographes, ne dirigent pas encore leurs recherches dans un sens satisfaisant pour le biologiste.

Les recherches de psycho-biologie sont peu avancées; aussi nous arrêterons-nous aux faits concrets les plus simples. Parmi ceux-ci, retenons l'influence des toxiques sur les rythmes psycho-physiologiques. L'homme n'ayant plus de besoins à satisfaire cherche à s'exciter par tous les moyens à sa portée, c'est ainsi que les péruviens ont découvert les noix de coca, les égyptiens les sommités du chanvre indien, les asiatiques le suc du pavot somnifère. Quant aux occidentaux des pampres chargés de vignes, ils ont su extraire un poison délétère capable de les introduire dans un paradis artificiel!

Dans mon livre sur les « stupéfiants », publié chez Doin, j'ai montré que tous les engrenages psycho-physiologiques se trouvaient influencés par une cause unique : le toxique : la teneur psycho-physiologique des moments se succédant au fil de la durée, au lieu d'être dirigée par l'éveil, l'expansion et l'assouvissement d'un besoin naturel, est placée sous l'emprise d'une imprégnation accrue ou décroissante du toxique dont le sujet est devenu l'esclave. J'avais apprécié la valeur fonctionnelle de l'organisme d'après la mesure précise de la diurèse et de la thermogénèse. D'autres méthodes ont été mise en œuvre. Berger a découvert sur la surface du crâne la présence des variations de potentiel, se produisant sur un rythme caractéristique (environ 10 par seconde) chez des sujets se trouvant au repos mental et sensoriel complet. Sous l'influence de la mescaline[6], l'encéphalogramme indique une augmentation des périodes de silence; on peut suivre minute par minute ses variations en rapport avec l'évolution des hallucinations visuelles. Même lorsque celles-ci ont disparu, pendant plusieurs jours, les ondes α restent très diminuées.

A l'opposé des recherches expérimentales la psycho-biologie recueillera toutes les données permettant une vaste synthèse des Sciences de la nature.

5. Jacques Chevalier : La vie morale et l'au delà. Editeur Flammarion.

6. A. Chweitzer, E. Gebléwicz et W. Liberson : Etude de l'Encéphalogramme humain dans un cas d'intoxication muscalinique. *Année psychologique* dirigée par Piéron, chez Alcan, éditeur.

Le professeur Paul Vayssière a remis à notre revue un magnifique volume trop peu connu dans les librairies. Ce livre traite de la protection contre les calamités naturelles. L'activité de l'homme est déterminée par l'ambiance. Ainsi aucun fait relaté dans cette magnifique publication ne laissera le psycho-biologiste indifférent. Que les fuites d'eau du lac Tchad augmentent, les hommes qui vivent de l'agriculture en éprouveront des dommages incalculables, que le crabe chinois continue d'envahir les fleuves d'europe : quelle répercussion sur toutes les activités s'exerçant sur la pêche![7]...

On voit d'après ces trop brèves analyses quel champ illimité s'ouvre à l'investigation du biologiste soucieux de rattacher le cycle psycho-neuro-moteur à toutes les questions qui peuvent en éclairer le mécanisme.

René Porak.

Les propriétés thermodynamiques de la vapeur d'eau.

Nous croyons intéressant de donner ci-dessous un résumé du rapport présenté sur cette importante question, par M. Ph. Tongas, ingénieur à la Société nationale des Chemins de fer français, au *Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences* qui, à l'occasion de l'*Exposition internationale de l'Eau*, s'est tenu à Liége au mois de juillet dernier.

I. *Introduction.* — On peut distinguer, dans l'étude des propriétés thermodynamiques de l'eau, deux grandes périodes :

1° De 1840 à 1870, le physicien français Regnault a poursuivi un ensemble de travaux dont les résultats ont fait autorité pendant plus d'un demi-siècle.

2° De vastes recherches, encore actuellement en cours, ont été entreprises, aux environs de 1900, en Allemagne et en Angleterre, puis après la guerre aux Etats-Unis et en Tchécoslovaquie. Ces recherches se sont développées et perfectionnées au fur et à mesure que le domaine d'emploi industriel de la vapeur s'étendait lui-même et que les exigences de la technique se faisaient plus sévères. Pour avoir une idée sur l'ordre de grandeur des réalisations industrielles modernes, on peut noter que, dans une centrale en cours de construction aux Etats-Unis, la vapeur sera produite à la pression de 170 kg/cm^2 et surchauffée à 505° C.

II. *La Conférence internationale des tables de la vapeur d'eau.* — Les échanges de vues entre savants de divers pays, qui prirent naissance dès 1921, aboutirent, sur l'initiative de la *British Electrical and Allied Industrie Research Association*, à la création d'une *Conférence internationale*, groupant des délégués des quatre nations précitées; cet organisme tint sa première réunion à Londres en 1929; deux

7. Première conférence internationale pour la protection contre les calamités naturelles. Paris 13-17 septembre 1937. Se procurer ce livre au Secrétariat de la Conférence, 45 *bis*, rue de Buffon, V^e.

autres réunions ont eu lieu depuis, à Berlin en 1930, à New-York en 1934. La quatrième réunion, qui devait avoir lieu à Prague, a été ajournée plusieurs fois.

La *Conférence* a défini les unités à employer dans ses travaux et a adopté, en particulier, une unité de quantité de chaleur, dite calorie internationale pour tables de vapeur et rattachée au système électrique international [1].

Après chaque réunion, elle établit des *tables réduites* dont les données sont affectées d'une approximation qui caractérise leur précision.

Parmi les travaux effectués depuis 1934, il y a lieu de mentionner en particulier les recherches tchécoslovaques qui ont permis de déterminer le volume spécifique et la chaleur totale de la vapeur surchauffée jusqu'à la pression de 400 kg/cm² et la température de 700° C.

III. *Sur les méthodes expérimentales.* — Les déterminations expérimentales modernes s'accompagnent de précautions telles que la simple description d'une des installations réalisées sortirait du cadre de cet exposé. D'autre part, du fait que notre pays ne participe malheureusement pas aux recherches dont il s'agit, les résultats obtenus paraissent pour nous plus intéressants que les moyens mis en œuvre et l'auteur consacre plus de temps à l'exposé des travaux d'interprétation de ces résultats.

Le rapport donne le principe de deux des méthodes employées :

— la méthode du régime permanent ou d'écoulement uniforme, employé par Koch, dans un calorimètre chauffé électriquement; cette méthode avait déjà été utilisée respectivement par Callendar et Knoblauch;

— la méthode calorimétrique du physicien américain Osborne permettant, au moyen de trois opérations-types de nature statique, de déterminer les propriétés de l'eau à l'état saturé.

IV. *Sur les formules empiriques.* — Il ne peut être question, dans un rapport de cette nature, de donner, encore moins de discuter, les nombreuses formules qu'on a proposées pour représenter les différentes grandeurs caractéristiques de l'eau. L'auteur cite, à titre d'exemple, diverses expressions établies pour calculer la chaleur latente de vaporisation; plus précises que la célèbre formule linéaire de Regnault, elles sont aussi beaucoup plus complexes.

Dans certains cas, l'établissement d'une formule empirique offre une double difficulté du fait qu'il s'agit non seulement de représenter avec précision les variations de la grandeur considérée, mais encore d'atteindre à ce résultat à l'aide d'une expression dont une ou plusieurs dérivées concordent aussi avec la réalité expérimentale.

V. *Les tables numériques modernes.* — Trois nouvelles tables des propriétés thermodynamiques de l'eau ont été publiées récemment :

— aux Etats-Unis, celles de Keenan et Keyes en 1936;

— en Allemagne, celles de Koch en 1937;

— en Angleterre, celles de G. S. Callendar et Egerton en 1939.

La première et la troisième sont rédigées en unités britanniques, ce qui restreint beaucoup pour nous leur intérêt pratique.

Le rapporteur décrit en détail les tables de Koch, dans lesquelles sont employées les unités internationales adoptées par la *Conférence*. Les grandeurs caractéristiques de la vapeur et du liquide saturés sont fournies dans deux tables ordonnées l'une suivant les températures, l'autre suivant les pressions. Les propriétés de la vapeur surchauffée et du liquide comprimé font l'objet d'une table à double entrée, très détaillée, qui s'étend jusqu'à 550° C et 500 kg/cm².

La précision des tables de Koch est très grande, leurs données restant toujours à l'intérieur des tolérances très faibles fixées par la *Conférence*.

VI. *Les diagrammes thermodynamiques.* — Les plus courants de ces diagrammes sont : le diagramme (p, v) de Clapeyron, le diagramme entropique (T, s), le diagramme (i, s) de Mollier. C'est ce dernier qui est actuellement le plus employé pour l'étude des problèmes relatifs à la vapeur d'eau et il s'en trouve toujours un exemplaire joint aux tables numériques modernes. Le plus récent diagramme de ce type, qui ait été établi en unités internationales, est celui de Koch.

Il peut être avantageux de disposer de diagrammes établis spécialement pour l'étude de certaines questions où il n'est pas nécessaire de connaître toutes les grandeurs qui figurent sur le diagramme de Mollier; le rapport contient quelques exemples de tels diagrammes.

Le cas échéant, on est conduit à reporter suivant les axes de coordonnées d'autres couples de variables que les précédentes; il en est aussi donné des exemples.

VII. *Conclusion.* — Les recherches poursuivies depuis une quarantaine d'années ont mis à notre disposition, dans un domaine très étendu, un ensemble cohérent de renseignements d'une extrême précision sur les diverses grandeurs caractéristiques de l'eau, précision que les travaux en cours amélioreront sans doute encore.

Ph. Tongas.

1. La kilocalorie est définie comme la 860e partie du kilowatt-heure international; cette même définition vient d'être adoptée par le Bureau International des Poids et Mesures.

L'IMMUNITÉ D'ADAPTATION ET L'IMMUNITÉ DE DÉFENSE

Par **S. Metalnikov.**

I

De nombreux biologistes et bactériologistes interprètent l'immunité comme une adaptation ou une accoutumance progressive aux doses croissantes du virus ou de la toxine. Cette interprétation a amené Pasteur et ses élèves à la découverte des différentes méthodes d'immunisations.

En effet, ce genre d'immunité existe.

Les cellules vivantes, les microbes, de même que les autres organismes vivants peuvent s'adapter aux conditions défavorables ainsi qu'aux diverses substances toxiques, surtout si l'adaptation se produit progressivement.

On sait bien que les protozoaires sont doués au plus haut degré de la faculté de s'adapter aux conditions qui leur sont les plus défavorables. Les infusoires, ainsi que les autres unicellulaires peuvent s'accoutumer aux substances toxiques, surtout si l'adaptation se produit progressivement.

C'est une immunisation d'adaptation.

Pour obtenir l'immunité d'adaptation, il faut agir très prudemment en augmentant les doses progressivement. Plus la substance est toxique plus difficile et durable doit être l'immunisation. En étudiant cette adaptation aux substances toxiques nous pouvons toujours constater que l'être vivant réagit au début violemment, même aux doses très minimes. Mais il s'habitue progressivement à ces doses et finalement ces doses ne produisent plus sur lui aucun effet. C'est ainsi qu'on peut l'habituer graduellement à supporter des doses qui tout d'abord auraient été mortelles. Comme nous l'avons vu, cette adaptation est toujours accompagnée d'une diminution de la sensibilité envers la substance toxique.

Les travaux universellement connus de Stahl, Metchnikoff, Massart, Balbiani, Davenport et de beaucoup d'autres prouvent la propriété des infusoires de s'adapter et de supporter des doses de plus en plus croissantes de substances nuisibles et même toxiques.

Les travaux de Iollos sur les infusoires présentent un intérêt particulier. Ses expériences ont été faites sur les infusoires, qu'il habituait à supporter des doses mortelles de sels arsenicaux (AS_2O_3) et autres substances toxiques.

Puisque les infusoires ne supportent pas les sels d'arsenic même en doses très minimes, il fallait les y habituer pendant des semaines et même des mois. C'est ainsi que Iollos, en augmentant les doses toxiques a pu adapter ses infusoires à des doses 4 fois mortelles.

Cette faculté est héréditaire et se conserve pendant plusieurs mois. Ensuite elle disparaît petit à petit. Plus longtemps dure cette adaptation, plus longtemps elle se conserve dans les générations suivantes. Nous savons d'après les travaux de Mesnils, Levaditi et Mutermilch, etc. que certains trypanosomes s'adaptent facilement contre l'atoxyl et autres combinaisons arsenicales et donnent naissance à des races arséno-résistantes qui deviennent immunes à l'action de l'arsenic.

Une immunité d'adaptation du même ordre s'établit chez les trypanosomes vis-à-vis des anticorps spécifiques du sang infecté. C'est ainsi qu'on voit apparaître des races de trypanosomes résistantes ou immunes envers le sérum spécifique après avoir été soumis dans le sang de l'hôte à l'action des anticorps spécifiques.

En étudiant cette immunité aux substances toxiques, nous pouvons toujours constater que l'être vivant réagit au début très violemment même aux doses très minimes. Mais il s'habitue progressivement à ces doses et finalement ces mêmes doses ne produisent plus sur lui aucun effet. Il est donc devenu insensible à ces doses. C'est ainsi qu'on peut dire que l'immunité d'adaptation est accompagnée d'une *diminution de la sensibilité envers la substance toxique.*

L'immunité d'adaptation existe chez tous les autres animaux ainsi que chez l'homme.

On voit très bien qu'il est possible d'immuniser des chevaux et d'autres animaux à des doses croissantes de venins de serpents, de toxine diphtérique et d'autres substances toxiques. Souvent cette immunisation est accompagnée par la production d'anticorps, mais dans beaucoup de cas il n'y a pas d'antitoxines, mais il existe une adaptation progressive à des doses très fortes de différentes substances toxiques.

Il est bien connu qu'il se produit des réactions violentes chez les débutants qui fument du tabac ou prennent de l'alcool. Des troubles graves surviennent souvent : vomissements, vertiges, maux de tête, surexcitations extraordinaires, etc. Mais avec le temps l'individu s'adapte à ces excitants et devient progressivement insensible envers des doses très fortes de ces substances toxiques.

Il est certain que l'immunité d'adaptation joue un rôle très important dans la vie des animaux.

Mais l'immunité d'adaptation qui se produit progressivement et assez lentement ne peut pas défendre l'organisme contre l'invasion des microbes qui se multiplient avec une grande rapidité.

Il faut donc admettre qu'il existe, chez les êtres vivants, d'autres moyens de défense qui les protègent contre les microbes et autre parasites.

C'est l'immunité de défense.

L'immunité de défense est au fond le résultat d'une propriété commune à tous les êtres vivants qu'on appelle l'instinct de conservation. L'instinct de conservation pousse l'organisme à lutter pour son existence, à éviter les conditions nuisibles et à défendre son corps contre quantité de parasites extérieurs et intérieurs.

Les organismes les plus simples tels que les microbes possèdent leur immunité de défense, c'est-à-dire la propriété de se défendre contre ses ennemis.

Pour se défendre contre les phagocutes, les microbes ayant pénétré dans l'organisme animal sécrètent souvent diverses substances toxiques qui détruisent ou repoussent les phagocytes. Certains microbes se forment des enveloppes ou capsules glaireuses qui empêchent leur englobement par les phagocytes. Enfin, de nombreux microbes se trouvent dans des conditions défavorables sont capables de former des spores, lesquelles présentent une résistance extraordinaire. Toutes ces réactions sont des réactions de défense cause de l'immunité des microbes à l'égard des réactions des organismes à l'intérieur desquels ils mènent leur vie parasitaires.

D'un autre côté, l'organisme lui-même se défend contre les microbes et autres parasites en produisant toute une série de réactions de défense qui sont à la base de l'immunité naturelle et acquise.

Les réactions défensives des cellules peuvent se produire soit à l'extérieur, soit à l'intérieur de l'organisme.

C'est surtout chez les animaux inférieurs (coelentérés, vers, mollusques) que les réactions extérieures jouent le rôle principal dans l'immunité. La construction des squelettes extérieurs, la sécrétion de différents mucus qui contiennent souvent des substances toxiques et fétides protègent très bien l'animal contre l'invasion des parasites. Ces réactions de défense extérieures jouent aussi un rôle considérable chez les animaux supérieurs. L'œil réagit par le clignotement et par la sécrétion des larmes avec lesquelles l'excitant est chassé dehors; le nez réagit par l'éternuement et la sécrétion des glaires, la gorge et les poumons par la toux, etc. Sans ces réactions de défense, les parasites auraient pu pénétrer plus facilement dans les organes internes. Dans le cas où le parasite pénètre dans le sang il provoque une série de réactions défensives internes qui ont pour but de rendre ce parasite inoffensif ou de les chasser de l'organisme. Et ces réactions sont exercées non seulement par les cellules du sang mais aussi par beaucoup d'autres organes et cellules : les cellules rético-endothéliale et conjonctive, les vaisseaux, les organes hématopoiétiques, les nerfs, etc. La formation et la sécrétion des anticorps sont également les résultats des réactions défensives des cellules.

Les réactions défensives internes ont pour cause le passage des microbes dans le sang, dans les organes et dans les cavités internes.

Tout organisme est un système harmonieux. L'introduction dans ce système d'un corps étranger, même en quantité minime, provoque toujours une réaction plus ou moins énergique de l'organisme tout entier.

C'est surtout dans les phénomènes inflammatoires que l'ensemble des réactions des cellules peut être observé.

Nous pensons que l'immunité consiste essentiellement dans les réactions défensives des cellules qui prennent part à la destruction et à l'expulsion des parasites et des toxines. Vu que toutes ces réactions sont obligatoires et involontaires, nous pouvons dire que nous avons affaire à des réflexes. Ces réflexes de défense peuvent changer et varier sous l'action de différents excitants, microbes et toxines qui pénètrent dans l'intérieur de l'organisme.

Pour bien comprendre le mécanisme de l'immunité, il faut étudier non seulement les produits des réactions défensives, produits qui se trouvent dans le sang et les humeurs, mais il faut encore et surtout étudier attentivement la vie et les modifications des cellules elles-mêmes, les réactions des cellules entre elles, l'influence des sécrétions interne et des nerfs, le rôle des différentes cellules dans cette lutte contre les microbes et leurs toxines[1].

II. — Facteurs de l'immunité.

Nous avons fait de nombreuses expériences sur les animaux inférieurs et sur les animaux supérieurs.

1. S. Metalnikoff : Rôle du système nerveux et de facteurs biologiques et psychiques dans l'immunité. *Monographie de l'Inst. Pasteur*, Edit. Masson et Cie, 120 Bd. Saint-Germain, Paris 1934.

2. S. Metalnikoff, *La lutte contre la mort*. Editions Gallimard, 937.

En comparant les facteurs de l'immunité chez les invertébrés et vertébrés on constate qu'il n'y a pas en principe une bien grande différence dans leurs moyens de défense contre les microbes.

La défense de l'organisme se réalise dans les deux cas, grâce à l'activité des cellules et se réduit à cinq méthodes principales :

1° La digestion intracellulaire ou phagocytose;

2° Formation des cellules géantes, sorte de coopération, qui renforce le travail des cellules isolées;

3° Formation des capsules qui entourent les cellules géantes avec les microbes et les mettent à l'abri des organes et des cellules saines;

4° Elimination des microbes. Cette élimination se réalise essentiellement par une formation d'abcès;

5° Formation des anticorps.

De ces cinq facteurs, le plus général est la réaction phagocytaire. Elle s'observe du bas en haut de l'échelle des invertébrés.

Une quantité d'observations établissent avec précision l'existence d'un parallélisme parfait entre l'immunité contre toute infection et les réactions phagocytaires. Le rétablissement est une conséquence de cette réaction. Si cette réaction ne se produit pas, les microbes prennent le dessus et l'organisme périt. Et ceci se rapporte non seulement aux invertébrés, mais également aux vertébrés.

Ces faits établis pour la première fois par METCHNIKOFF dans ses travaux classiques sur différents animaux, conservent leur justesse jusqu'à présent. Nous avons beaucoup étudié chez les insectes la formation des plasmodes ou des cellules géantes, généralement observées après l'introduction dans l'organisme de substances étrangères.

Ces cellules géantes ou plasmodes commencent, avec le temps, à dégénérer peu à peu et de nouveaux leucocytes arrivent de toutes parts. Ils se disposent autour d'elles en cercle concentriques et forment une capsule de tissu conjonctif à l'intérieur de laquelle les microbes sont définitivement digérés, se transformant chez les insectes, en pigment brun foncé. Ces processus rappellent beaucoup de ce qui se passe chez les animaux supérieurs lors de la formation des cellules géantes et des capsules.

Nous avons observé chez les chenilles, dans certains cas, une réaction cellulaire de défense extrêmement curieuses qui reppelait la formation d'un abcès. Si l'on injecte à une chenille une dose assez forte de microbes peu virulents (*B. thirotrix* ou bacille *perfringens*), on peut observer, quelques jours après, des taches noires sur la peau. L'étude de ces taches sur les coupes a montré que nous avons là de grandes agglomérations de leucocytes entourant une masse de microbes en partie digérés et transformés en pigment noir. Ces agglomérations se trouvent immédiatement sous l'épiderme et la cuticule commencent peu à peu à se pigmenter et à se désagréger à cet endroit. Finalement, le contenu de cet abcès sort à l'extérieur. Nous avons ici un exemple remarquable de réaction cellulaire de défense.

Tout comme au moment de la formation des abcès chez les animaux supérieurs, la couche supérieure des cellules élimine des ferments qui digèrent l'épiderme et préparent l'ouverture par laquelle seront expulsés les microbes et le pus.

En même temps, les leucocytes se trouvant du côté opposé, sous l'abcès, agissant autrement : ils constituent, au contraire, un tissu dense, une barrière, qui empêche la pénétration des microbes à l'intérieur de l'organisme. Comment comprendre et interpréter ce travail si conforme au but, ce travail des cellules libres, qui se trouvent au même endroit, mais qui agissent dans un sens opposé?

Il nous semble que ce phénomène ne peut être interprété qu'en admettant l'idée que les leucocytes se trouvent sous l'influence d'un centre qui leur imprime telle ou telle direction.

Il est difficile d'admettre que des millions de cellules différentes prennent part à la constitution d'une formation aussi rationnelle qu'un abcès, puissent agir spontanément sans aucun plan, attirées seulement par la chimiotaxie.

Il est possible que l'activité des cellules libres, c'est-à-dire des différentes leucocytes, soit réglée par le système nerveux comme celle de toutes les autres cellules et de tous les autres organes.

Tous ces faits nous montrent que non seulement les cellules libres jouent un rôle dans l'immunité, mais aussi les cellules fixes qui deviennent mobiles sous l'influence d'excitations. On peut donc dire qu'une mobilisation générale de toutes les armées en réserve se produit après l'immunisation. Cette mobilisation peut se produire non seulement sous l'influence de vaccin spécifique, mais aussi sous l'influence de divers stimulents (protéinothérapie).

Nous ne touchons pas ici le rôle des différents anticorps dans l'immunité, car cette question a été bien éclaircie dans les travaux spéciaux et les traités de microbiologie.

Mais il ne faut pas oublier que tous les anticorps sont préparés et sécrétés dans les humeurs par différentes cellules. Voilà pourquoi on pourrait dire que l'immunité humorale n'est en réalité que l'immunité cellulaire. La cellule vivante est donc la source des anticorps et la cause de l'immunité naturelle et acquise. C'est grâce à la sensibilité des cellules, grâce à leur faculté d'ingérer différents microbes et des substances étran-

gères de les digérer et de fabriquer des anticorps, que l'immunité acquise se réalise.

C'est donc un phénomène purement physiologique. Comme tous les phénomènes vitaux, il est régularisé par le système nerveux.

III. — Rôle du système nerveux dans l'immunité.

Il est impossible d'admettre que les processus si complexes et si conformes au but, que nous observons dans la défense organique, pourraient se produire dans l'organisme, indépendamment du système nerveux. Mais comment démontrer ce rôle des centres nerveux dans les réactions de l'immunité?

Nous avons fait de nombreuses expériences sur les chenilles de *Galleria melonella*, lesquelles conviennent bien à ce genre de recherches. Elles s'immunisent très facilement contre différents microbes et présentent en outre cet avantage que leurs centres nerveux se trouvent au-dessus des téguments et sont très faciles à détruire par brûlure.

Nous nous sommes servi, pour cette opération, d'un fil de platine chauffé au rouge. Les chenilles supportent bien cette opération et lui survivent deux semaines. Nos expériences ont démontré que les chenilles sans ganglions cérébraux s'immunisent bien contre les microbes.

Les chenilles privées de un ou deux ganglions thoraciques s'immunisent aussi très bien. La destruction du troisième ganglion thoracique diminue rapidement l'immunité naturelle et acquise. La destruction d'un des ganglions abdominaux n'empêche pas l'immunisation de ces insectes. Ces faits prouvent que les nerfs jouent un rôle très important chez les insectes en ce qui concerne l'immunité[2]. Nous laissons d'abord les chenilles jeûner pendant plusieurs jours. Ensuite nous les ligaturons fortement au milieu de leur corps. Les chenilles supportent très bien cette opération et vivent deux ou trois semaines.

Les deux parties du corps sont complètement séparées l'une de l'autre. Si nous infectons la partie antérieure, celle-ci meurt en 15-24 heures et la partie postérieure reste vivante pendant encore deux ou trois semaines. L'expérience faite inversement donne les mêmes résultats.

En utilisant la même technique on immunise facilement l'une ou l'autre partie du corps. Mais ce qui surprend, c'est que l'immunisation à la partie antérieure du corps suffit pour transmettre l'immunité à la partie postérieure qui en est cependant complètement séparée.

Il faut admettre que l'immunité de la partie postérieure est transmise à celle-ci par le système nerveux. Les commissures de la chaîne ventrale sont si fines qu'elles ne doivent pas être lésées par la ligature.

Il est beaucoup plus difficile de démontrer le rôle du système nerveux dans l'immunité chez les animaux supérieurs.

Dans une série de travaux faits en collaboration avec Chorine et C. Tounanoff nous avons démontré qu'à la base de l'immunité se trouvent les réactions défensives des différentes cellules.

Attendu que toutes ces réactions sont obligatoires et involontaires, nous pouvons dire que nous avons affaire à des réflexes de défense. On est alors appelé à se demander ceci : si l'immunité est le résultat des réactions de défense ou de réflexes n'est-il pas possible, en se servant de la méthode du professeur Pavloff d'obtenir des réflexes conditionnels? Les expériences que nous avons faites en collaborations avec Chorine et Zernoff nous ont donné des résultats très démonstratifs.

En associant à une excitation interne (injection de microbe chauffés ou de bouillon dans le péritoine) une excitation externe (grattage ou chauffage 20-30 fois d'une même région de la peau) nous avons pu facilement provoquer chez les cobayes des réflexes conditionnels typiques : leucocytose dans le sang et production d'anticorps.

Les cobayes préparés comme nous l'avons indiqué et ayant subi plusieurs excitations externes donnent les mêmes réactions de défense que s'ils avaient réellement reçu une émulsion de microbes c'est-à-dire qu'ils présentent la mobilisation des polynucléaires, des monogocytes et lymphacytes. Il est vrai que cette réaction est plus passagère que chez l'animal ayant reçu une injection de microbes, mais elle n'en est pas moins démonstrative.

Plusieurs lapins ont reçu des vabrions cholériques chauffés. Chaque injection était accompagnée d'une excitation externe (grattage de l'oreille et son d'une trompette); 7-10 jours après la dernière injection les lapins ont subi les excitations externes habituelles 2-3 fois en une heure). Nous avons examiné alors à plusieurs reprises le sang de ces lapins. Ces examens nous ont montré que la quantité des globules blancs, chez les lapins ainsi traités, avait augmenté très considérablement (3-5 heures) après l'excitation externe.

Enfin, nous avons fait une série d'expériences sur le rôle des réflexes conditionnels dans la formation des anticorps. Plusieurs lapins ont reçu

2. S. Metalnikoff : V. Rôle du système nerveux dans l'Immunité. *Monographie de l'Institut Pasteur*, Masson, édit.

chaque jour dans le péritoine 1 cm. d'émulsion de vibrions cholériques chauffés. Chaque injection était précédée d'une excitation externe (grattage ou chauffage d'une région du corps); deux ou trois semaines après la dernière injection, quand le titre d'agglutination fut tombé, deux ou trois lapins ont subi, pendant trois à quatre jours, l'excitation conditionnelle externe. Les lapins de contrôle sont restés sans excitation conditionnelle.

Tandis que chez les lapins de contrôle le titre d'agglutination reste à peu près le même, chez les lapins qui ont subi l'excitation le titre d'agglutination monte progressivement. Il faut ajouter que nous avons vu quelquefois le titre d'agglutination monter chez les contrôles. Cela s'explique facilement par le fait que tous les autres excitants externes (transport de l'animal au laboratoire, vue des instruments, éclairage, etc.) peuvent s'associer et produire le même effet que le véritable excitant conditionnel.

Depuis la publication des premiers travaux sur le rôle des réflexes conditionnels dans l'immunité, ces expériences ont été répétées plusieurs fois [1].

Au début de l'année 1935 parurent les travaux de Diacono sur les hémolysines. Après avoir étudié les différentes hémolysines il consacra ses derniers chapitres au rôle joué par les réflexes conditionnels dans l'hémolyse. On sait que le titrage des hémolysines donne des résultats beaucoup plus nets que celui des agglutinatinines.

Diacono a continué ces expériences pendant sept mois, faisant plusieurs fois le titrage des hémolytisines sur le même animal. Le titre hémolytique baissant normalement en subissant des oscillations de faible importance. Mais sous l'effet des excitations conditionnelles le sérum anti-mouton de cet animal récupérait la moitié des anticorps qu'il avait perdus au bout d'un mois. Les quatre cobayes ont donné les mêmes résultats. Diacono termine son mémoire ainsi : « Par la répétition constante et égale des effets obtenus, nos recherches apportent aux expériences de Metalnikoff une nouvelle démonstration.

Nous devons citer les travaux de Zernoff qui viennent de paraître. Nous exposons ici une de ses expériences.

Le cobaye n° 6 a reçu 14 injections sous-cutanées de 0,5 c.c. de purée globulaire d'hématies de mouton. Chaque injection a été précédée d'une excitation conditionnelle (grattage de l'oreille droite pendant une minute). Après un mois de repos, on a recueilli 5 c.c. de sang par ponction cardiaque. Le titrage du pouvoir hémolytique du cobaye anti-mouton a donné 1/38. Pendant les six jours suivants, on a fait quotidiennement des excitations conditionnelles sans faire d'injection. Le sixième jour on a répété la prise de sang et le titre des hémolysines est remonté jusqu'à 1/52, c'est-à-dire que le pouvoir hémolytique du sérum a augmenté de plus de 36 p. 100 par rapport au dernier titrage.

On sait bien d'après les travaux de Pavloff et de ses collaborateurs que les expériences sur les réflexes conditionnels exigent des précautions spéciales. Il faut les faire toujours dans les mêmes conditions, c'est-à-dire dans la même pièce, à la même heure, avec le même éclairage et par les mêmes personnes. Il faut éviter tout ce qui peut distraire l'animal et produire en lui de nouvelles impressions.

Il faut aussi que ces excitations soient répétées au moins chaque jour pendant 20-30 jours de suite, et qu'elles soient toujours immédiatement accompagnées des excitations naturelles.

La rapidité avec laquelle se forment les réflexes conditionnels dépend de l'individualité de l'animal et des excitations conditionnelles. Il y a des excitations qui donnent des excitations conditionnelles après 15-20 fois; pour d'autres il faudra employer des coïncidences 50-100 fois.

Pour faire mieux comprendre les expériences sur les réflexes conditionnels, je vais en décrire une faite au laboratoire de Pavloff sur un chien.

Les chiens d'expériences sont soumis à une légère opération. On fait déboucher le conduit de la glande salivaire à l'extérieur par un orifice pratiqué dans la paroi de la joue et on fixe à la peau par suture.

Il s'ensuit qu'au lieu de couler par la bouche, la salive coule le long de la joue. Par suite, on peut suivre l'activité de la glande salivaire d'après les gouttes de salive recomptées dans un récipient gradué. Il est facile aussi de préciser automatiquement la quantité de gouttes de salive par un enregistreur électrique.

On commence par placer l'animal sur l'appareil de contention posé sur une table. Jadis l'expérimentateur seul restait auprès du chien, dans une chambre séparée, mais par la suite on se rendit compte que cela avait un inconvénient : le moindre mouvement de l'expérimentateur, le bruit, le changement de l'éclairage, tout impressionne le chien et l'empêche de concentrer son attention sur l'excitation voulue. Il fallut donc que l'expérimentateur se tienne à l'extérieur, derrière un écran ou une toile d'où les observations pouvaient être

1. Pavlov : *Leçons sur le travail des grandes hémisphères.* 1928; Podkopalff : *Journal de Biologie expérimentale*, t. II, 1928 (en russe); Lobasch : Congrès russe de Psychiatrie, Moscou, 1927; Diacono : *Archives de l'Instit. Pasteur de Tunis*, t. XXII, 1932; Zernoff : *Ann. Institut Pasteur*, 1937.

faites par un orifice pratiqué dans ceux-ci. A l'aide de conduits pneumatiques ou électriques on peut agir sur l'animal et enregistrer ses réactions. Les réflexes conditionnels peuvent évidemment se produire dans des conditions moins compliquées, mais il faut pourtant suivre les principes ci-dessus mentionnés.

Ainsi que l'on prouve les nombreuses expériences de Pavloff et de ses élèves, les réflexes conditionnels peuvent être obtenus à l'aide de n'importe quelle excitation, soit mécanique, calorique, électrique, lumineuse, auditive, etc. Un réflexe conditionnel peut être aussi bien provoqué par un son quelconque, par des rayons lumineux, un grattage de la peau, ou par un objet chauffé appliqué sur un point déterminé du corps. Par ces procédés on peut obtenir d'innombrables nouveaux réflexes conditionnels chez n'importe quel animal.

Pavloff a donné le nom de *conditionnels* à ses réflexes parce que certaines conditions sont nécessaires pour les élaborer, contrairement aux réflexes *innés* qu'on observe chez tout animal. Ainsi chaque animal présente dès sa naissance toute une série de réflexes innés; il tette les mamelles de sa mère, il émet de la salive et des sucs digestifs en ingérant des aliments, il éternue à la suite d'une irritation des muqueuses nasales, etc.

Le fait du développement des réflexes conditionnels est un phénomène des plus répandus, nous l'observons à chaque pas. Ce sont des manifestations de mémoire par association ou bien de nouvelles associations qui, dans le courant de la vie individuelle se forment entre des excitations extérieures et des réactions corrélatives déterminées [4].

Le fait qu'une simple excitation externe peut changer brusquement la formule leucocytaire du sang ou augmenter la production des anticorps démontre très clairement le rôle joué par le système nerveux dans les réactions de l'immunité.

Nous savons bien à présent, d'après les travaux de Pavloff et de ses élèves, que l'écorce des hémisphères cérébraux joue le rôle principal dans la formation des réflexes conditionnels.

La tache biologique de l'écorce est la signalisation.

Grâce à l'existence de l'écorce, l'homme et les animaux peuvent transformer les phénomènes si variés du monde environnant en signaux de telle ou telle activité.

La mise en équilibre de l'organisme avec son milieu gagne ainsi en finesse, exactitude et rapidité. La condition la plus générale de la formation d'un réflexe conditionnel cortical est la coïncidence dans le temps de deux foyers d'excitation : l'un dans l'écorce, l'autre dans une région quelconque du système nerveux pourvu que ce dernier foyer soit déjà en rapport avec une activité quelconque de l'organisme. La question se pose tout naturellement par quel moyen les centres nerveux agissent-ils sur les cellules libres qui jouent le principal rôle dans l'immunité? Ces cellules n'ont aucune connexion avec le système nerveux, et cependant elles sont sûrement réglées par les centres nerveux.

Comme nous l'avons dit chez les cobayes à réflexes conditionnels, un simple grattage produit une réaction des cellules libres dans le sang et le péritoine. On pourrait bien expliquer ce phénomène par la chimiotaxie positive des microbes et des substances étrangères qu'on introduit dans le péritoine. Mais, dans nos expériences, nous n'introduisons rien et cependant les globules viennent dans le sang et le péritoine comme s'il y avait quelque chose et ils disparaissent quand l'excitation est finie. Par quelle force sont-ils poussés? Par quelle force sont-ils guidés quand ils viennent travailler à la construction des capsules, des barrières et des abcès?

Tous ces exemples nous prouvent que les globules blancs ne sont pas autonomes, ne sont pas libres, bien qu'ils n'aient pas de connexion directes avec le système nerveux.

Nous devons donc admettre que le système nerveux peut agir à distance par l'intermédiaire de quelque facteur; induction, rayonnement ou hormones.

L'organisme présente un système harmonique idéal où des milliers de petites cellules travaillent ensemble, guidées par les centres nerveux. Il est impossible d'admettre qu'il existe dans ce système quelque catégorie de cellules autonomes pouvant agir indépendamment.

Nous savons, par observation et par notre expérience, combien l'état psychique, même nos idées, nos représentations et souvenirs agissent sur notre organisme. Un triste événement, une nouvelle désagréable, la mort d'un ami, peuvent provoquer un brusque changement dans l'activité du cœur, de la respiration, etc. Il n'est pas rare qu'un simple souvenir, ou même une pensée, une représentation quelconque, provoque chez beaucoup d'individus une surexcitation des glandes sexuelles.

Si l'état psychique agit si fortement sur le cœur et sur la sphère sexuelle, il n'y a point de raison de supposer qu'il agirait moins sur les autres

4. C'est pour cette raison que les chiens, facilement dressables, conviennent mieux pour les expériences que les cobayes et les lapins dont la mémoire associative est beaucoup moins développée.

organes et les réactions de défense de l'être vivant.

Comme suite à une action prolongée d'un antigène (au cours d'une maladie ou de vaccinations répétées) le système nerveux acquiert une faculté nouvelle : exalter la sensibilité des cellules c'est-à-dire agir dans un sens spécifique contre une nouvelle injection du même antigène, autrement dit élaborer un réflexe conditionnel en accord avec les lois émises par Pavloff pour un réflexe inné et conditionnel. Ainsi l'immunité doit être étudiée soit comme un réflexe naturel (inné) obtenu au cours de la philogénèse, soit comme un réflexe nouvellement acquis pendant la vie individuelle (réflexe conditionnel).

Sachant tout cela, nous devons comprendre que, dans la lutte contre les maladies, faire œuvre de réaction psychique est tout aussi nécessaire que l'emploi des remèdes.

Par l'éducation de la volonté, par certain entraînement, par l'auto-suggestion ou par la suggestion d'autrui, on peut obtenir des résultats importants.

Le Dr Pierre Bonnier fut un des premiers qui ait compris le rôle du système nerveux dans la défense organique (Défense organique et centre nerveux, 3e édition, Félix Alcan).

« Le système nerveux, écrit-il, est la charpente physiologique du corps, comme le squelette en est la charpente anatomique. L'organisme, dans l'ensemble de ses éléments, n'obéit qu'au système nerveux et ne vit que par lui. Toute la vie organisée est sous sa dépendance et les seuls éléments qui semblent sans rapport direct avec lui, les globules rouges, dépendent néanmoins du système nerveux par l'action directe de celui-ci sur le milieu liquide où vivent et agissent ces éléments globulaires. C'est par le système nerveux que nous nous défendons dans toute maladie.

« Les médicaments n'agissent sur les organes que par l'intermédiaire des centres nerveux. Entraînés par la circulation ils se trouvent en contact avec tous les centres, mais chaque médicament a son électivité propre, activant ou paralysant tel ou tel centre ».

Selon Pierre Bonnier les sérums agissent surtout en éveillant l'activité des centres nerveux. Vacciner, c'est entraîner les centres nerveux à agir sur les glandes qui préparent les sécrétions. Immuniser, c'est leur apprendre à se souvenir de ce pouvoir et à l'exercer spontanément.

C'est par nos propres forces, c'est par la vigilance et par l'activité de nos centres nerveux que nous allons lutter et triompher de l'envahisseur.

Le sérum spécifique n'est qu'un moyen, souvent le meilleur de réveiller l'activité de nos centres nerveux de défense.

Un organe, un tissu, un élément ne connaissent qu'une action spécifique, c'est celle que leurs centres nerveux exercent sur leur manière d'être et agir. Toute la vie organique est sous la dépendance du système nerveux.

Un sérum n'est spécifique que dans la mesure où il est capable de provoquer, de la part des centres nerveux de l'organisme envahi, la reprise des procédés de défense, des sécrétions de digestion intracellulaire par lesquelles l'agent infectieux sera spécifiquement attaqué, dompté, dirigé,, fécalisé, supprimé. Le sérum, dit spécifique, n'est que l'amorce particulière qui va faire détonner nos capacités défensives engourdies par la toxine microbienne ».

Anaphylaxie.

La plupart des savants qui cherchent à résoudre le problème de l'anaphylaxie considèrent surtout dans cette question les troubles et le choc mortel qui surviennent immédiatement après une seconde introduction d'un antigène dans le sang d'un animal. Considérant ce choc comme un des caractères les plus typiques de l'anaphylaxie beaucoup d'auteurs cherchent surtout à élucider les causes mêmes et la nature de ce phénomène.

Ce point de vue, jusqu'à un certain point, est en contradiction avec nos idées sur l'immunité. On aurait pu, en effet, s'attendre à ce que l'introduction dans un organisme, de quelques antigènes provoque une immunisation de la part de l'organisme, lequel deviendrait moins sensible vis-à-vis de doses croissantes de ces antigènes.

La question se pose de savoir comment concilier ces idées sur l'immunité avec l'anaphylaxie, c'est-à-dire avec ce fait que l'organisme devient beaucoup plus sensible vis-à-vis d'un antigène après l'introduction de doses minimes de celui-ci.

Cette contradiction entre l'anaphylaxie et l'immunité constitue, à notre avis, le problème principal et fondamental dont la solution, au moyen de recherches expérimentales, est à l'ordre du jour.

C'est pourquoi il est nécessaire, pour comprendre, et mettre à jour le problème de l'anaphylaxie, de diriger l'étude non seulement sur les animaux supérieurs avec leur système de circulation complexe et leurs organes si divers, mais aussi sur les invertébrés et les plantes, avec leur organisation plus simple. Aussi il est nécessaire de baser le problème de l'anaphylaxie sur un fondement d'ordre biologique général.

Les sus-dites considérations m'ont amené à en-

treprendre une série d'expériences sur différents animaux invertébrés.

Nos expériences ont porté en première ligne sur la chenille de la mite des abeilles (*Galleria mellonella*).

Comme nous avons eu l'occasion de le signaler dans nos précédents travaux, les chenilles se laissent très facilement et rapidement immuniser contre les vibrions de choléra et autres microbes. Après 10-20 heures, elles supportent facilement des doses mortelles. Mais tout en les supportant facilement elles deviennent beaucoup plus sensibles vis-à-vis de fortes doses en comparaison avec les chenilles normales.

Ainsi, selon la valeur de la dose de microbes nous obtenons chez le même animal, soit le phénomène de l'immunité (doses faibles), soit celui de l'anaphylaxie (doses fortes). Les doses fortes provoquent des réactions de défense tellement violentes qu'elles peuvent causer des troubles graves et même la mort.

Nous trouvons des phénomènes analogues chez les animaux supérieurs.

Ce fait est bien connu que les cobayes se laissent facilement immuniser contre le choléra au moyen d'injections sous-cutanées de vaccin.

Si l'on injecte à un cobaye immunisé une dose faible de vibrions cholériques, il la supporte très bien. Au contraire, ce même cobaye, injecté avec une forte dose dans les veines ou dans le péritoine meurt très vite, souvent subitement, tandis que le cobaye normal, non immunisé, injecté avec la même dose, n'en meurt qu'après une assez longue période.

Delanoe a étudié l'anaphylaxie typhique, il a constaté qu'elle coïncide avec l'immunité. Suivant la dose d'injection déchaînante on observe tantôt de l'immunité (avec des doses faibles), tantôt de l'anaphylaxie — avec des doses fortes).

D'après Koch et Wassermann on observe le même phénomène dans la tuberculose.

Si l'on injecte des bacilles tuberculeux pour la seconde fois sous la peau, ils donnent une réaction beaucoup plus rapide et moins intense qui ne produit pas de chancre et se guérit assez vite. On a pu démontrer que tout dépend de la quantité des doses injectées. Si on dépasse ces doses, et surtout si les bacilles tuberculeux sont injectés dans les veines ou dans le péritoine, ils provoquent une mort très rapide, tandis que les cobayes normaux supportent très bien les mêmes doses.

C'est donc un fait général : si l'antigène est introduit sous la peau d'un animal immunisé, il provoque une réaction rapide inflammatoire locale, qui peut avoir une action bienfaisante, mais si le même antigène est injecté dans le sang ou dans les cavités du corps, il cause des réactions de défense violente qui peuvent provoquer des troubles très graves et même un choc mortel.

Quelle est la cause de ce phénomène paradoxal?

Nous supposons quelle est dans la sensibilité des cellules. L'introduction d'un antigène dans l'organisme a pour résultat une augmentation de la sensibilité des cellules envers ce même antigène.

Nous basant sur un grand nombre de travaux effectués tant sur les vertébrés que sur les invertébrés, nous sommes en droit d'affirmer que toutes les réactions cellulaires deviennent, après l'immunisation, plus rapides, plus énergiques, plus efficaces. On peut dire que toutes les cellules paraissent devenir plus sensibles envers un microbe donné. De ce point de vue l'immunisation est une mobilisation et une sensibilisation des diverses cellules de l'organisme. C'est cette sensibilité renforcée — hypersensibilité — qui semble être la cause principale de l'immunisation et de l'immunité acquise.

La sensibilité est, comme on le sait, la propriété générale de tout organisme vivant. C'est ce critérium qui nous permet de distinguer la vie de la mort. Il n'y a pas de vie ni de processus vitaux sans sensibilité.

La sensibilité est la faculté grâce à laquelle l'organisme réagit à tout excitant. Plus l'organisme est sensible, plus sa réaction est forte.

On peut dire que, pendant l'immunisation, toutes les cellules se mobilisent se sensibilisant contre les microbes ou l'antigène donnés comme s'il s'agissait pour elle de combattre un véritable ennemi.

Si cet ennemi réapparaît dans l'organisme, les phagocytes se précipitent sur lui avec une grande rapidité. Il se produit une réaction inflammatoire locale, une suppuration, un abcès. Plus les cellules sont sensibles, plus elles réagissent activement pour défendre l'organisme.

Le fait fondamental de l'anaphylaxie et de l'immunisation, c'est que les cellules de l'organisme se sont modifiées par une substance albuminoïde hétérogène de telle sorte qu'elles vont réagir alors avec plus d'intensité à l'injection de cet antigène. Les cellules sont devenues sensibles, c'est-à-dire immunisées ou anaphylaxisées.

Une fois qu'elles sont sensibilisées, elles ont pour très longtemps acquis cette propriété (Ch. Richet).

Mais ce ne sont pas seulement les phagocytes qui sont devenus sensibles envers un antigène donné, mais toutes les cellules de l'organisme.

Dans l'immunité comme dans l'anaphylaxie, nous avons un complexe de réaction de défense des différentes cellules.

Les travaux remarquables de W. Schultz, Dale et autres sur les organes isolés le démontrent avec certitude.

W. Schultz est le premier qui ait appliqué les méthodes des organes isolés pour l'étude de l'anaphylaxie. Il prenait des organes d'animaux immunisés et les plaçaient suspendus dans des sérums artificiels. L'addition de minimes quantités d'antigène y provoquent une réaction très forte des organes sensibilisés, tandis que les organes des animaux normaux, non immunisés, réagissent très peu, presque pas.

Dale fit des recherches analogues sur l'utérus du cobaye entièrement isolé du corps.

L'utérus du sujet anaphylactisé, isolé et débarrassé de toute trace de sang ou de sérum, se contracte violemment au contact d'une faible quantité d'antigène. Tandis que l'utérus sensible se contracte après l'addition au bain de 0,025 et même de 0,0025 c.c. d'antigène (sérum de cheval) l'utérus normal ne réagit pas même à 1 c.c. de cet antigène.

Mais quelle est la cause de cette hypersensibilité? Il est bien connu à présent que la sensibilité de toutes les cellules et de tous les organes dépend du système nerveux. La fonction princi-

dépend du système nerveux. *La fonction principale des centres nerveux, c'est de guider et de diriger toutes les cellules de l'organisme, c'est-à-dire d'agir sur la sensibilité des cellules. Les centres nerveux sont capables de stimuler ou diminuer la sensibilité (on distingue ce phénomène sous le nom d'action d'arrêt ou d'inhibition). D'un autre côté, le système nerveux peut occasionner une exaltation de leur excitabilité, c'est-à-dire de provoquer une hypersensibilité. Cette action dynamogène, comme la nomment* Brown-Séquard, *opposée à l'inhibition, joue également un grand rôle dans la vie de l'organisme et de sa défense.*

C'est ainsi qu'après l'immunisation, le système nerveux acquiert une sensibilité nouvelle : exalter la sensibilité des cellules, c'est-à-dire agir dans un sens spécifique pour un antigène donné.

Ainsi nous pouvons dire qu'en immunisant un animal nous immunisons pricipalement les centres nerveux qui dirigent la sensibilité des cellules.

Ce fait a été bien démontré par nos expériences sur les chenilles de *Galleria mellonella*.

Toutes les causes qui diminuent la sensibilité du système nerveux et des cellules ont la faculté de produire l'antianaphylaxie c'est-à-dire de supprimer l'anaphylaxie.

Ces faits ont été démontrés pour la première fois par les expériences de Besredka.

En injectant à un cobaye anaphylactisé des doses très petites d'antigène, il a pu supprimer complètement le choc anaphylactique.

Quelle en est la cause?

Pour comprendre ces résultats, il faut s'adresser aux expériences que nous avons citées, plus haut sur les infusoires. Il est possible de désensibiliser les infusoires contre des doses mortelles de substances nocives, en les adaptant progressivement à des doses croissantes de la même substance.

En injectant à un cobaye anaphylactisé des doses minimes d'antigène, nous le rendons moins sensible à des doses plus fortes.

Le travail bien connu de Besredka sur l'action des narcotiques sur les animaux anaphylactisés confirme pleinement notre hypothèse. Les narcotiques, qui diminuent la sensibilité du système nerveux et des cellules peuvent supprimer les phénomènes de l'anaphylaxie.

L'organisme, quand il est bien conduit par ses centres nerveux, élabore avec une correction merveilleuse tous ces produits vivants et actifs qu'on appelle sécrétions internes et qui constituent le milieu organique en activité.

Aucun clinicien ne saura jamais ce qui convient à un malade comme le savent les centres nerveux. Le mieux est donc de réveiller leur conscience et leur lucidité et de les rappeler à l'exercice d'une fonction dont ils se tirent mieux que personne.

Aussi embrouillée que soit une situation pathologique, aussi dangereuse que soit la maladie, le meilleur sera toujours, pour en tirer le malade, de s'adresser au système nerveux central chargé de l'équilibre fonctionnement dont on constate la perturbation.

De même que pour un accident de machine, il vaut mieux s'adresser à un mécanicien qu'à un maréchal-ferrant.

S. Metalnikov.

STÉRILISATION DU FER A LA ROUILLE

La stérilisation du fer à la rouille, diffère de la passivation. Cette notion nouvelle, pose tout le problème de la corrosion en même temps que la question des poussières en ce domaine.

Dans un précédent article de la *Revue générale des Sciences*, nous avons montré que la rouille, processus minéral, dure, croît, s'étend par une autoproduction dont le mécanisme est un complexe oxydo-réducteur ionique et micellaire. Elle cultive ainsi sur fer comme une colonie microbienne sur milieu nutritif et cela, indéfiniment.

Mais, si, à l'instar des êtres vivants, elle naît d'elle-même, contrairement à eux, elle naît encore, par hétérogénie, de facteurs différents de sa propre substance, toujours au cours d'un processus électrique. Quant à la rouille purement chimique, elle ne se propage pas, c'est de la rouille inerte, à l'inverse de l'autre qu'on est ainsi conduit à qualifier de vivante.

La production de la rouille vivante exige donc : 1° le germe (génératif ou génésiaque), 2° l'ambiance.

Privé de germes, le fer, mis dans une ambiance propre à l'enrouillement, y restera indéfiniment intact, donc stérile à la rouille. On voit que la stérilisation du fer à la rouille se présentait comme une possibilité théorique, restait à en faire une réalité pratique, c'est l'objet du présent travail.

La chaleur tue la rouille colloïdale (Ronceray) (1), sans nuire aux facteurs d'hétérogénie. Elle est donc impropre à la stérilisation du fer à la rouille, que nous devions dès lors chercher soit dans une destruction chimique des deux sortes de germes, soit dans leur élimination mécanique. Cette dernière s'est avérée fructueuse grâce au bien-fondé des deux principes suivants :

1° Dans l'enrouillement du fer poli, impuretés de constitution et aération différentielle ne sont rien, les poussières conductrices de l'électricité sont tout ;

2° Sur fer poli, le phénomène d'Evans a pour origine les poussières microscopiques électriquement actives.

Ces principes, diamétralement opposés aux idées actuelles sur la corrosion des métaux, contestés même formellement en ce qui concerne le second (Evans (2), Chaudron et Herzog) (3) devaient être rendus patents, ils le sont ici, grâce à la photographie.

Avant tout, signalons une terminologie défectueuse, source de confusion regrettable :

En corrosion, les poussières, très diverses, doivent être strictement qualifiées : hygroscopiques, cathodiques, conductrices de l'électricité, salines, métalliques, solubles, insolubles, cristallines, amorphes, actives, neutres, etc. L'oubli de cette précision a fait rapprocher des travaux tout différents, tels ceux de Vernon et les nôtres, où les poussières sont hygroscopiques dans les premiers et conductrices de l'électricité dans les seconds. Différence essentielle, notée d'ailleurs dans notre première publication en 1935 (4).

HISTORIQUE

A température ordinaire, la corrosion des métaux, parfois purement chimique, est le plus souvent électrochimique.

La théorie de la pile locale, est la première en date ; les impuretés du métal en étaient d'abord considérées comme les seuls éléments cathodiques (de La Rive (5), 1819 ; Whitney (6), 1903 ; Cushman (7), 1907).

La cathodicité de certaines souillures superficielles et macroscopiques, fut ensuite reconnue : charbon et graphite (Philip (8), 1914 ; Lasche et Kieper (9), 1925 ; Cohn (10), 1935) ; résidus de corrosion (Evans (11), 1923 ; Cohn (10), 1935 ; Herzog (12), 1936 ; Ronceray (13), 1937).

Deux faits résistaient à cette théorie : l'enrouillement par piqûres et la corrosion occasionnelle des métaux purs.

La théorie de la pile par aération différentielle avec anodicité des régions les moins aérées, vint les expliquer (Aston (14), 1916 ; Evans (15), 1923). Confirmée par Chaudron et Herzog (16), admise en général, elle est cependant contestée par quelques auteurs (Maas et Liebreich (17) ; Ronceray) (18).

La pile de concentration d'ions a été invoquée à propos de certaines corrosions régionales (Mac Kay (19), 1922 ; Bengough et May (20), 1926 ; Ronceray (21), 1936).

Le mécanisme ionique est seul en cause dans les théories précédentes, la théorie colloïdale y adjoignit le mécanisme micellaire (Friend (22), 1921 ; Ronceray (1), 1939).

Pour la première fois en 1935, les poussières microscopiques conductrices de l'électricité furent incriminées comme facteur prééminent de la corrosion des métaux (Ronceray) (5).

L'anticorrosion, chapitre important de la corrosion, se divise en surpotentiel et passivité :

Le surpotentiel est l'addition au potentiel d'équi-

libre, nécessaire au dégagement de l'hydrogène adsorbé par la cathode (Evans, Baninster et Britton (23); adsorption observée en premier lieu par Caspari (24) en 1889.

La passivité, dont Colombier (25) donne un excellent aperçu et dont le cas le plus anciennement observé est celui du fer traité par l'acide azotique fumant (Keir (26); 1790), n'est qu'un ensemble de faits obscurs, disparates et contradictoires où l'oxygène, par exemple, apparaît comme activant et passivant. La notion de poussières microscopiques, conductrices de l'électricité, éclaire vivement ce domaine et permet la distinction d'une passivité vraie et d'une pseudo-passivité ou stérilité du fer à l'oxydation.

Ceci, nous amène à préciser un point obscurci par une terminologie défectueuse (voir plus haut) : l'introduction en corrosion de la notion du pouvoir prééminent des poussières électriquement actives.

La bibliographie, les ouvrages d'ensemble comme ceux d'Evans (27) de Grard (28), de Colombier (25) ne nomment pas une seule fois ces poussières. Mais la preuve bibliographique n'étant que négative et par suite toujours récusable, nous allons donner ici des preuves directes, positives, irrécusables que les poussières conductrices de l'électricité étaient totalement ignorées avant nous, en corrosion.

Expériences où les poussières conductrices de l'électricité sont passées inaperçues. — Notons d'abord que l'enlèvement mécanique des poussières microscopiques est aussi difficile que celui des microbes. Un nettoyage quelconque ne signifie rien, seule une technique précise, unique jusqu'ici, strictement suivie, permet d'atteindre au résultat (voir plus loin).

1° Dans l'expérience de U. R. Evans (29), sur l'aération différentielle, l'essuyage au papier filtre, du fer passé à l'émeri, y laisse des poussières métalliques qui donnent aux électrodes des états électriques, équivalents dans le même électrolyte, mais différents quand cet électrolyte change, pour l'un deux seulement, par oxygénation, d'où : courant électrique indépendant de toute pile gazeuse.

2° Dans une autre expérience du même auteur (30), sur la couche protectrice d'oxydation de l'aluminium, une électrode est dépouillée de celle-ci, par l'émeri. Mais! Les poussières métalliques formées en même temps, la rendent anodique, en dehors de toute autre cause;

3° Dans une expérience de J. Aubert (31), sur l'aération différentielle, l'arrachement qu'a produit la pointe, en traçant les rayures, a laissé des poussières métalliques productrices de rouille ponctuée (voir plus loin); l'enfonçement, par le pointeau ou la bille, n'en donne pas dans les excavations. La différence d'enrouillement est ainsi expliquée sans interventions de l'aération différentielle;

4° Colombier (32), dans trois essais de mesures de potentiels, polit son nickel à l'émeri n° 0000. Mais! Les poussières métalliques résultantes, changent l'état électrique du métal et les mesures en sont faussées;

5° A propos de l'aération différentielle en goutte d'eau salée, Evans (33) traite d'abord le fer à l'émeri. Mais! Les poussières métalliques produites, sont justement à l'origine du phénomène observé, l'aération différentielle n'y est pour rien (voir plus loin);

6° Du zinc, passé à l'émeri et mis dans l'eau salée, donne des foyers d'oxydation dans les rayures. Evans (34) les attribue à l'aération différentielle. Mais! Les poussières métalliques restées dans ces rayures expliquent l'oxydation localisée (voir plus loin);

7° Le fer électrolytique employé par J. Aubert (35) dans ses mesures de potentiels, est poli à l'émeri n° 0000. L'auteur note : 1° dans les acides, effervescence et ennoblissement simultanés, 2° en solution saline, dépassivation progressive. Mais! Les poussières de polissage, sont de fer pur, donc anodiques par rapport au bloc; d'ailleurs, en solution saline, la rouille aussitôt formée, introduit un élément cathodique qui dépassive progressivement le fer;

8° Dans la méthode coloriscopique d'essai du fer de Prot et Goldowsky (36), le décapage par sable ou émeri donne des poussières métalliques productrices de piles locales et par suite de réactions colorées sans relation avec la qualité du fer.

Si, avant nous, les poussières microscopiques conductrices de l'électricité n'avaient pas été ignorées dans leurs propriétés, les auteurs précédents : 1° les auraient nommées, 2° en auraient signalé la nocivité, 3° se seraient ingéniés à les éliminer, 4° auraient dénoncé la difficulté *inouïe* de l'opération, 5° auraient décrit des procédés divers de nettoyage, 6° enfin, devant la faillite de ces moyens, auraient tenu compte de la cause d'erreur dans leurs conclusions.

Or, dans ces expériences, non seulement les poussières microscopiques conductrices de l'électricité ne sont pas nommées, mais l'essuyage est rudimentaire (papier filtre), ou négligé au point de ne pas être indiqué même.

Bien plus, personne, autre que nous ici, n'a signalé que ces expériences sont entachées d'une

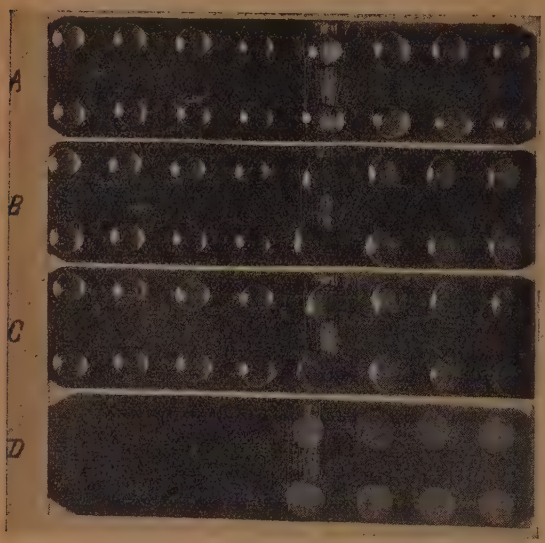

Fig. 1.

cause d'erreur par le fait des poussières métalliques.

Ces exemples (il en est d'autres) sont bien les preuves directes que nous avons introduit en corrosion, la notion de poussières microscopiques conductrices de l'électricité.

Ils prouvent encore que cette notion de poussières électriquement actives est capitale, qu'elle ne saurait être négligée pour arriver à la connaissance réelle de la corrosion.

Stérilisation du fer à la rouille par enlèvement mécanique des poussières microscopiques. — Elle est comparable à la stérilisation bactériologique de la peau par savonnage et brossage qu'emploient les chirurgiens. Dans les deux cas, ce sont des particules du même ordre de grandeur qu'il s'agit d'enlever mécaniquement. Méthode précaire, concevable pourtant, sous condition d'un polissage parfait du métal.

Nous l'avons longtemps cherchée en vain et trouvée enfin par hasard. La technique doit en être rigoureusement suivie, elle exige d'ailleurs une certaine habitude, la voici :

1° Polissage à l'émeri de plus en plus fin jusqu'à la potée imbibée d'alcool à 90°. Ne pas aller jusqu'à la potée rougeâtre, trop fine, qui empâte et colle les poussières.

2° Frottage vigoureux avec du coton hydrophile, absolument dégraissé, chargé de potée demi-fine et imbibé d'alcool à 90°; le poursuivre, sans interruption (condition indispensable), jusqu'à évaporation complète de l'alcool; continuer ensuite, pendant cinq minutes, un frottage léger (qui peut alors être intermittent) avec la potée d'émeri demi-fine et sèche;

3° Frottage sous courant d'eau distillée, avec du coton hydrophile parfaitement dégraissé. Enfin séchage avec linge lessivé bien sec.

Expérience I. — Du fer commercial, simplement poli à droite et, en plus à gauche, nettoyé de ses poussières, a reçu, partout des gouttes d'eau naturelle potable. L'expérience a été photographiée à différents stades : A, 15 minutes; B, 2 heures; G, 6 heures après son début (fig. 1).

A droite : toutes les gouttes s'enrouillent progressivement, jusqu'à donner le phénomène d'Evans parfaitement caractérisé.

A gauche : toutes les gouttes sont limpides.

Après 7 heures, le fer, essuyé, présente l'aspect fixé en D (fig. I) : à gauche, rien; à droite, corrosions correspondant à toutes les gouttes.

Les conclusions s'imposent :

1° Le nettoyage des poussières, à gauche, a réalisé la stérilisation du fer à la rouille;

2° Ce sont bien les poussières conductrices qui ont produit l'enrouillement à droite, puisque leur absence empêche cet enrouillement à gauche;

3° Les impuretés de constitution du fer poli ne sont rien dans l'enrouillement, car elles l'auraient produit à gauche;

4° L'aération différentielle n'est rien dans l'enrouillement, car elle l'aurait produit à gauche.

Des rayures existent dans la moitié droite, l'expérience réussit de la même façon en leur absence.

Expérience II. — Du fer, *imparfaitement* nettoyé de ses poussières (passage d'un tampon de coton imbibé d'alcool à 90°, puis séchage avec linge lessivé sec), a reçu deux rangées de gouttes, la première d'eau distillée, la seconde d'une solution de ClNa à 0,05 %.

L'expérience a été photographiée à plusieurs stades (fig. II), on constate :

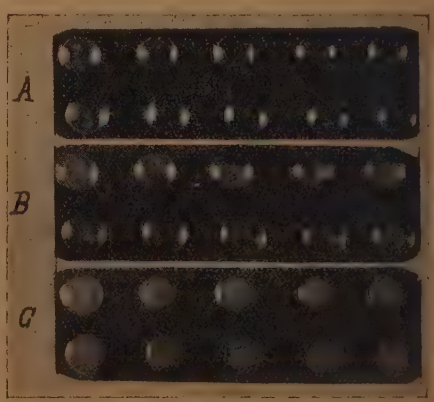

Fig. 2.

Stade A, après 15 minutes. — La rouille naît par ponctuations, durables dans l'eau distillée mauvais électrolyte, très passagères dans l'eau salée où leur extension circulaire est très rapide.

Stade B, après une heure. — L'oxyde ferreux s'est étendu considérablement. Dans l'eau distillée les ponctuations sont toujours visibles. Dans l'eau salée, les disques de rouille sont toujours excentriques.

Stade C, après une heure et demie. — L'oxyde ferreux s'est arrêté, dans son extension, à légère distance de la périphérie, le phénomène d'Evans est réalisé partout.

Conclusions :

1° La rouille naît par ponctuations qui s'étendent circulairement d'autant plus vite que l'électrolyte est meilleur.

2° Les poussières métalliques sont bien la cause de ces ponctuations rouillées, puisque, sans elles, il n'y en a pas (exp. I).

3° L'extension circulaire de l'oxyde ferreux, s'arrête à légère distance de la périphérie en respectant une zone externe étroite et limpide ; ce qui réalise le phénomène d'Evans.

4° Le phénomène d'Evans a donc pour cause première l'extension de l'oxyde ferreux et pour origine les ponctuations rouillées, c'est-à-dire les poussières conductrices de l'électricité qui les produisent.

Expérience III. — Sur les photographies de l'expérience II, les ponctuations originelles ne sont pas visibles dans l'eau salée à cause de la rapidité d'extension de l'oxyde ferreux. Sur celles de l'expérience présente, elles le sont au contraire dans le même liquide grâce à l'addition de ferrocyanure de potassium. Ce dernier, donne avec l'oxyde ferreux naissant, une gaîne élastique de ferrocyanure de fer, qui, sous la pression intérieure, se distend d'autant plus difficilement que la quantité de ferrocyanure est plus grande.

Du fer poli, imparfaitement nettoyé de ses poussières (passage d'ouate imbibé d'alcool sur la face polie à l'émeri, puis essuyage vigoureux avec linge sec), a reçu deux rangées de gouttes d'une solution de ClNa à 0 gr. 05 % contenant en plus 0 gr. 03 % de ferrocyanure de potassium pour la première rangée et 0 gr. 08 % du même sel pour la seconde.

L'expérience a été photographiée à trois stades:

Stade A, 5 minutes après. — Les ponctuations rouillées primitives sont extrêmement nettes, surtout dans la deuxième rangée où la quantité de ferrocyanure, plus considérable, prolonge davantage la succession des phénomènes. On remarquera combien est rapide leur apparition.

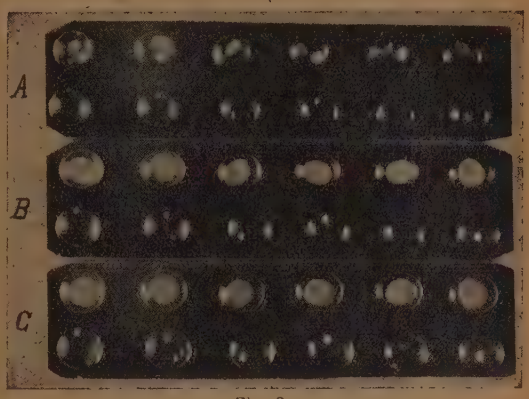

Fig. 3.

Stade B, 35 minutes après. — Tandis que les ponctuations de la 2e rangée ont à peine grossi, celles de la première, se sont réunies, dans chaque goutte, en un disque unique un peu irrégulier et légèrement excentrique.

Stade C, 60 minutes après. — Dans la deuxième rangée, les ponctuations, peu accrues, sont toujours séparées ; dans la première, les disques sont régularisés et centrés ; une zone limpide subsiste entre eux et la périphérie ; le phénomène d'Evans est réalisé avec une netteté admirable ; on a suivi sa formation depuis les ponctuations rouillées, par l'extension de la rouille et son arrêt à distance de la périphérie.

Les conclusions sont celles de l'expérience II.

La stérilisation du fer à la rouille diffère essentiellement de la passivité. — La passivité a été l'objet de mesures et de mises au point documentées, de la part de J. Aubert (37) pour le fer et de L. Colombier (25) pour les autres métaux. Dans ces études, les poussières conductrices de l'électricité sont totalement ignorées, or leur importance en ce domaine est immense et leur considération permet, en particulier, de séparer deux ordres de faits confondus à tort sous le nom de passivité. Celle-ci ne sera d'ailleurs pas étudiée ici, mais seulement évoquée dans la mesure où elle aide à préciser la notion de stérilité du fer à la rouille.

Deux procédés, au moins, peuvent rendre le fer inapte à la corrosion :

1° L'élimination des germes de corrosion, acte soustractif, c'est la stérilisation ;

2° L'inhibition *temporaire* de ces facteurs par une substance additionnelle (alcalis par ex.), acte additif, c'est la passivation.

L'aptitude du fer à l'enrouillement lui sera rendue : dans le premier cas, par l'addition de germes de rouille ou ensemencement; dans le second, par soustraction de la substance inhibitrice.

Stérilisation du fer à la rouille et passivation sont deux notions essentiellement différentes.

Stérilisation du fer à la rouille par destruction des facteurs de rouille. — Des substances inhibent les facteurs de corrosion sans les altérer, d'autres (les oxydants par ex.) les tuent et alors la perte de l'aptitude à l'enrouillement n'est plus temporaire, mais définitive (à moins qu'une transformation chimique inverse intervienne).

Le fer est ainsi stérilisé. Mis en présence d'eau salée, il reste intact, à moins qu'on ne l'ensemence de germes de rouillés.

C'est une stérilisation comparable à la stérilisation bactériologique par antiseptiques, précaire comme elle. Nous l'avons étudiée au point de vue pratique et abandonnée.

La passivation par les oxydants s'éclaire dans tous ses détails grâce à ces considérations. Elle est une pseudo-passivation et une stérilisation relative en réalité.

Le fer stérilisé à la rouille, cesse de l'être dans certains électrolytes. — Le caractère fondamental du fer stérile à la rouille, est son intégrité durable dans les électrolytes agressifs : eau distillée, eau naturelle potable, solutions de sels alcalins et alcalino-terreux.

Pourtant, par un paradoxe apparent, pareil fer stérile se corrode *fatalement* dans d'autres électrolytes. C'est ainsi que les gouttes de solution étendues de ClH, y gravent une ligne périphérique d'une grande finesse. A cela, il y a deux causes : une immédiate, la formation d'une pile de concentration d'ions et une cause médiate, la nature du cathion dont l'action serait trop longue à exposer ici.

Au surplus le fer stérile reste tel dans les électrolytes dont il s'agit, à la simple condition de les mettre à l'abri de toute évaporation.

Fer stérilisable et non stérilisable. — Le fer commercial est stérilisable, nos photographies le démontrent. Pas dans tous les cas pourtant, ce qui est dû à sa constitution physique, tantôt compacte, tantôt poreuse. Compacte, elle permet un poli continu de toute la surface, le fer est stérilisable. Poreuse, elle laisse sur le poli, quoi qu'on fasse, des cryptes où les poussières sont inviolables au nettoyage, le fer n'est pas stérilisable.

Stérilisation absolue et stérilisation relative. — En bactériologie, la stérilisation est absolue ou relative, la première est réalisée par la chaleur, la seconde par la filtration impuissante contre les ultravirus.

La stérilisation du fer est entièrement comparable : absolue dans le cas de nettoyage parfait des poussières, elle est seulement relative dans le cas de nettoyage imparfait.

La qualité de la stérilisation relative est mesurée : en bactériologie par la petitesse des pores du filtre ; pour le fer, par la finesse des rayures de polissage.

Autre similitude : les ultravirus sont peu ou pas cultivables pratiquement, or, pour un même électrolyte, les poussières, au-dessous d'une certaine grosseur, sont électriquement inactives. On peut d'ailleurs contrebalancer cette diminution d'activité par des électrolytes de plus en plus conducteurs. C'est pourquoi, la stérilisation du fer à la rouille s'obtient :

Facilement, pour l'eau distillée ;

Difficilement pour l'eau naturelle potable ;

Très difficilement pour l'eau salée.

Stérilisation du fer pur à la rouille. — On a pensé expliquer la corrosion du fer pur, par l'aération différentielle, mais celle-ci, nous l'avons prouvé plus haut, est inactive. La encore se sont des poussières conductrices de l'électricité qui sont les agents de corrosion dans l'eau distillée, l'eau ordinaire potable, les solutions de sels alcalins est alcalino-terreux. Si les foyers d'enrouillement coïncident souvent avec les pores, c'est que ceux-ci sont des réceptacles de poussières.

Comme le fer commercial, le fer pur sera donc stérilisable à la rouille et par le même procédé toujours strictement suivi.

D'ailleurs, comme le fer commercial encore, le fer pur, dans les électrolytes agressifs autres que les précédents est soumis à une autre cause de corrosion : les concentrations d'ions par évaporation.

Conclusions générales.

1° Nous avons donné des preuves positives qu'antérieurement à nous les poussières conductrices de l'électricité étaient totalement ignorées en corrosion.

2° Dans la corrosion du fer poli par l'eau distillée, l'eau naturelle potable, les solutions de sels alcalins et alcalino-terreux, impuretés de constitution et aération différentielle ne sont rien, les poussières conductrices de l'électricité sont tout.

3° Le phénomène d'Evans, sur fer poli, a pour origine les poussières conductrices de l'électricité et pour cause première l'extension de l'oxyde ferreux autour des ponctuations primitives.

4° Les poussières conductrices de l'électricité sont productrices de rouille ponctuée.

5° La stérilisation du fer est réalisable par nettoyage mécanique du fer poli.

Conséquences.

De notre précédent travail (1) il résultait :

1° Que la rouille se produit elle-même avec des phénomènes d'oxydation et de réduction. Si les premiers n'ont rien de caractéristique, les seconds au contraire sont essentiellement vitaux ;

2° Qu'elle est donc endothermique pour partie ;

3° Que son état actif est colloïdal ;

4° Que la chaleur lui enlève cet état en même temps que sa propriété d'auto-production.

Dans le présent travail, nous montrons :

1° Que la rouille naît par hétérogénie des poussières conductrices de l'électricité qui souillent la surface du fer ;

2° Que sur fer poli, avec l'eau distillée, l'eau potable, les solutions de sels alcalins et alcalino-terreux, seuls, deux sortes de germes peuvent la produire : les uns génératifs, les autres générateurs ;

3° Que ces deux sortes de germes peuvent être éliminés par un nettoyage mécanique tout spécial ;

4° Que la stérilisation résultante est entièrement comparable à une stérilisation microbienne ;

5° Que pareille stérilisation rend possible l'étude à l'état pur des cultures de rouille par ensemencements.

Toutes ces caractéristiques sont biologiques, sauf une : la génération spontanée.

La corrosion du fer apparaît donc comme un processus vital rudimentaire, mais net ; son domaine établit le passage entre le brut et la vie avec apparition de l'hétérogénie.

Ainsi s'affermit une hypothèse qui fut notre idée directrice de toujours et que G. Bertrand (38) a exprimé dans l'Encyclopédie française : La vie, chimiquement évolutive, est apparue au dépens de quelques métalloïdes et métaux.

Dr Paul Ronceray.

BIBLIOGRAPHIE

(1) P. Ronceray : *Rev. gén. des Sc.*, 1939, *L*, 199.
(2) U. R. Evans : *Bull. Soc. ch.*, 1937, **4**, 762.
(3) G. Chaudron et E. Herzog : *Bull. Soc. ch.*, 1936, **4**, 370.
(4) P. Ronceray : *Bull. Soc. ch.*, 1935, **2**, 742.
(5) La Rive (de) : *Ann. ch. phys.*, 1819, **11**, 40.
(6) W. R. Whitney : *J. Amer. chem. Soc.*, 1903, **25**, 394.
(7) A. S. Cushman : *U.S. Dopt. agr. (Office of public Roads Bull.* 1907, 30.
(8) A. Philip : *J. Inst. met.*, 1914, **12**, 133.
(9) O. Lasche et W. Kieser : Constructions et matériaux employés à la construction des turbines à vapeur et des turbo-dynamos (Springer), 1925.
(10) G. Cohn : *Z. Elecktrochemie*, 1935, **41**, 660.
(11) U. R. Evans : *J. Inst. mét.*, 1923, **30**, 225.
(12) E. Herzog : *Bull. Soc. ch.*, 1936, **3**, 1536.
(13) P. Ronceray : Communication aux Journées de lutte contre la corrosion. Paris, 1937.
(14) J. Aston : *Trans. Amer. Electrochem. soc.*, 1916, **29**, 449.
(15) U. R. Evans : *J. Inst. Mét.*, 1923, **30**, 251.
(16) G. Chaudron et E. Herzog : *Korr. Metallsch.*, 1930, **6**, 171 et 1931, **7**, 1.
(17) Maas et Liebreich : *Korr. Metallsch.*, 1930, 6, 172.
(18) P. Rongeray : *Bull. Soc. ch.*, 1936, **3**, 1661.
(19) R. J. Mc Kay : *Trans. Amer. Electrochem. soc.*, 1922, **41**, 20.
(20) G. D. Bengough et R. May : *J. Inst. Mét.*, 1924, **32**, 81.
(21) P. Ronceray : *Bull. Soc. ch.*, 1936, **3**, 2077.
(22) J. A. Freind : *Trans. chem. Soc.*, 1921, **119**, 932.
(23) U. R. Evans, Bannister et Britton : *Proc. R. Soc.* A., vol. CXXXI, 1931.
(24) Caspari : *Zt. Phys. chem.*, 1889, **30**, 89.
(25) L. Colombier : L'état passif des métaux. *Publications scient. et techn. du Ministère de l'Air*, 1935, n° 81.
(26) Keir : *Phil. Mog.*, 1790, **80**, 359.
(27) U. R. Evans : La corrosion des métaux, traduction A. Schubert, 1928, Dunod, Paris.
(28) Général C. Grard : La corrosion en métallurgie, 1936, Berger-Levrault, Paris.
(29) U. R. Evans : *J. Inst. Met.*, 1923, **30**, 261. La corrosion des métaux. Traduction A. Schubert 1928. Dunod, Paris, 96.
(30) U. R. Evans : *J. Inst. Met.*, 1923, **30**, 276, 1925, **33**, 32. La corrosion des métaux. Traduct. A. Schubert, 1928, Dunod, Paris, 134.
(31) J. Aubert : Contribution à l'étude de la corrosion du fer. Publications scientif. et techn. du Ministère de l'Air, 1923, n° 23, 3.
(32) L. Colombier : L'état passif des métaux. Publications scientifiques et techn. du Ministère de l'Air, 1935, n°s 82, 38-39-40.
(33) U. R. Evans : *J. Soc. Chim. Ind.*, 1924, **43**, 315. La corrosion des métaux. Traduction A. Schubert, 1928, Dunod, Paris, 109.
(34) U. R. Evans : La corrosion des métaux. Trad. A. Schubert, 1928, Dunod, Paris, 102.
(35) J. Aubert : Contributions à l'étude de la corrosion du fer. Publications scientif. et techn. du Ministère de l'Air, 1934, n° 23, 7-19.
(36) Prot et Goldowsky : Mémoires de la Commission française de corrosion, 1930-1931.
(37) J. Aubert : Contributions à l'étude de la corrosion du fer. Publications scientif. et techn. du Ministère de l'Air, 1933, n° 23.
(38) G. Bertrand : in *Encyclopédie française*, **4**, 10, 4.

SUR LA GÉOMÉTRIE ANALLAGMATIQUE

1. Certaines recherches de Laguerre et de Darboux[1] ont progressivement attiré l'attention, dans la géométrie ordinaire du plan ou de l'espace à trois dimensions, sur une catégorie de propriétés des figures, dites *propriétés anallagmatiques*. A l'exemple des *propriétés métriques*, invariantes par les déplacements et les similitudes, à l'exemple aussi des *propriétés linéaires*, invariantes par les transformations linéaires, et des *propriétés projectives*, invariantes par les transformations homographiques, les propriétés anallagmatiques sont invariantes par les inversions et par les transformations composées d'un nombre quelconque n d'inversions. Ces transformations conservent les angles en grandeur. Elles en respectent ou en modifient le sens, suivant que n est pair ou impair. Dans le premier cas, on les nomme *directes*. Dans le plan, pour une transformation anallagmatique directe ou non, on peut supposer $n \leq 3$.

Si une transformation anallagmatique directe du plan est *réciproque*, on peut l'obtenir comme produit de deux inversions par rapport à des cercles orthogonaux. Une telle transformation (*anasymétrie*) accouple deux points M et M' dont les affixes z, z' sont conjugués harmoniques par rapport à ceux des points doubles réels A, A' de la transformation : entre z, z', on a une relation involutive; quant au quadrilatère MM'AA', c'est un quadrilatère harmonique.

En géométrie anallagmatique du plan, s'offre donc la possibilité de recourir aux affixes. Une transformation anallagmatique directe est alors représentée par la relation homographique la plus générale. Mais, en s'inspirant d'une relation simple entre cette géométrie et la géométrie projective de l'espace à trois dimensions (mise en évidence au moyen d'un paraboloïde de révolution d'axe normal au plan de figure et de transformations homographiques conservant globalement ce paraboloïde), on est conduit à introduire des coordonnées *tétracycliques*, c'est-à-dire les puissances, à des facteurs constants près, du point courant par rapport à 4 cercles de son plan, puissances liées par une relation homogène et du second degré; si les 4 cercles sont 2 à 2 orthogonaux (tétracycle orthogonal), en remplaçant chaque puissance, au sens ordinaire, par la puissance réduite correspondante (c'est-à-dire en la divisant par le rayon), la relation ci-dessus s'écrit :

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = 0.$$

Entre la géométrie anallagmatique de l'espace à trois dimensions et la géométrie projective de l'espace à quatre dimensions, il existe, comme l'a montré Klein, une relation analogue qui conduit à introduire dans la première les coordonnées *pentasphériques*.

2. On a récemment approfondi l'étude des positions relatives remarquables de deux cercles. A l'exemple de M. Hadamard, au tome II de sa Géométrie élémentaire (dernière édition), j'appellerai *cosphériques* deux cercles situés sur une même sphère, *perpendiculaires* deux cercles ayant deux points communs où ils se coupent à angle droit, *conjugués* deux cercles tels que toute sphère passant par l'un soit orthogonale à l'autre. Deux cercles seront en *involution* s'il passe par l'un une sphère orthogonale à l'autre.

La notion des foyers d'un cercle (sommets des cônes isotropes le contenant) ayant été posée par M. André Bloch, la recherche des cercles perpendiculaires communs à deux cercles donnés a révélé des résultats importants (Hadamard, A. Bloch, Robert, Delens, Gambier...). Notamment, il y a en général deux cercles orthogonaux à deux cercles donnés C_1, C_2; s'il en existe (à titre exceptionnel) une infinité, on dit que C_1 et C_2 sont *paratactiques*. Toute sphère passant par C_1 coupe alors C_2 sous un angle constant V (angle de parataxie); si V est droit, C_1 et C_2 sont conjugués; sinon, les cercles orthogonaux à C_1 et C_2 forment ce qu'on peut appeler une *série de Villarceau droite* : ils sont paratactiques deux à deux. Le produit de deux rotations égales autour de deux cercles conjugués (*transformation paratactique*) conserve les cercles d'une congruence (*congruence paratactique*) dont les éléments sont deux à deux paratactiques.

3. Dans un esprit analogue à celui de la géométrie du triangle, je m'attache à étudier ci-dessous les propriétés anallagmatiques du quadrangle. Après le cercle, la courbe la plus simple du point de vue anallagmatique est la *cyclique focale*. De cette courbe, que j'ai introduite, on connaissait des cas particuliers : la *cubique circulaire focale* (lieu des foyers d'un faisceau tangentiel de coniques), l'*ovale de Cassini*, et plus particulièrement, la *strophoïde*, la *lemniscate de Bernoulli*, l'*hyperbole équilatère*.

1. Voir les Principes de Géométrie analytique de cet auteur (Gauthier-Villars).

La notion de points conjugués par rapport à une conique donne, par analogie, des points conjugués par rapport à une cyclique : et ces notions coïncident dans le cas de l'hyperbole équilatère.

J'ai montré qu'on peut définir des quadrangles conjugués par rapport à une cyclique, analogues aux triangles conjugués par rapport à une conique.

J'ai cherché ensuite, par analogie avec les transformations de l'espace anallagmatique à trois dimensions en l'espace projectif à quatre, à traduire les propriétés anallagmatiques de l'espace dans le langage de la géométrie plane.

Je vais maintenant exposer succinctement ces divers points.

Géométrie conforme du quadrangle.

4. Un quadrangle est la figure formée par quatre points A, B, C, D. Ses éléments sont : les cercles $\gamma_A.\gamma_B.\gamma_C.\gamma_D$ circonscrits aux triangles BCD, CDA, DAB, ABC, les six couples de sommets, les trois anasymétries conservant globalement le quadrangle :

σ_1 transforme A en D et B en C
σ_2 — B en D et C en A
σ_3 — C en D et A en B.

Le quadrangle est dit *globalement* orienté si on a ordonné les anasymétries, *localement* orienté si on a orienté les tangentes DT_1, DT_2, DT_3 aux cercles $\gamma_A.\gamma_B.\gamma_C$ en D, *intégralement* orienté s'il est à la fois globalement et localement orienté.

L'orientation locale est considérée comme inchangée si on change simultanément l'orientation de DT_1, DT_2, DT_3. Les angles α, β, γ égaux à (DT_2, DT_3), (DT_3, DT_1), (DT_1, DT_2) définis à $2k\pi$ près sont liés par la relation $\alpha+\beta+\gamma=0$. Ce sont les invariants anallagmatiques d'un quadrangle intégralement orienté.

Les anasymétries σ_1, σ_2, σ_3 font correspondre à l'orientation locale en D une orientation locale en A, B, C.

On appelle coordonnées quadrangulaires d'un point M par rapport au quadrangle intégralement orienté un système de coordonnées x, y, z, t jouissant des propriétés suivantes :

— les valeurs absolues de x, y, z, t sont proportionnelles aux puissances réduites de M par rapport aux cercles du quadrangle ;

— dans le voisinage d'un sommet quelconque, par exemple D, les coordonnées infiniment petites sont proportionnelles aux distances orientées à DT_1, DT_2 DT_3.

Les anasymétries σ_1, σ_2, σ_3 changent

$M(x,y,z,t)$ en $N(t,z,y,x)$, $P(z,t,x,y)$. $Q(y,x,t,z)$.

Les anasymétries σ conservent les cercles :

$$\Gamma \quad x+y+z+t=0$$
$$\Gamma' \quad x-y-z+t=0$$
$$\Gamma'' \quad -x+y-z+t=0$$
$$\Gamma''' \quad -x-y+z+t=0.$$

Ces cercles forment un tétracycle orthogonal qu'on appelle tétracycle fondamental du quadrangle.

Si le quadrangle est globalement orienté, il en est de même du tétracycle.

L'inverse de ABCD par rapport à Γ est le quadrangle A'B'C'D' qui est dit réciproque du quadrangle ABCD. Les inverses de ABCD par rapport à Γ', Γ'', Γ''' sont D'C'B'A', C'D'A'B', B'A'D'C'. Si ABCD est globalement orienté, il en est de même de A'B'C'D'. Si un quadrangle Q' est réciproque d'un quadrangle Q, Q est réciproque de Q'.

Les points A', B', C', D' ont pour coordonnées quadrangulaires

A'(−1, +1, +1, +1) B'(+1, −1, +1, +1)
C'(+1, +1, −1, +1) D'(+1, +1, +1, −1)

Ce sont les points ayant même puissance réduite par rapport à $\gamma_A.\gamma_B.\gamma_C.\gamma_D$.

Tout point ayant même puissance réduite par rapport à trois des cercles a même puissance réduite par rapport au quatrième. Si le point D est à l'infini, on en déduit la relation d'Euler dans le triangle ABC entre le rayon r d'un cercle inscrit ou exinscrit, le rayon R du cercle circonscrit et la distance des centres :

$$2rR = |\, d^2 - R^2 \,|\,.$$

La relation nécessaire et suffisante pour que quatre nombres soient les coordonnées quadrangulaires d'un point s'écrit :

$$\sin\alpha\,(yz+xt) + \sin\beta\,(zx+yt) + \sin\gamma\,(xy+zt) = 0.$$

Cycliques focales.

5. On appelle cyclique focale le lieu des points doubles des anasymétries conjuguées par rapport à un quadrilatère isotrope donné K et changeant un point M_0 en un point M'_0 d'un cercle γ_0. Deux points doubles non situés sur une même isotrope d'une telle anasymétrie sont dits opposés sur la cyclique. Le lieu des conjugués d'un point M par rapport aux anasymétries de la cyclique est un cercle γ qu'on appelle cercle polaire de M par rapport à la cyclique. Pour qu'un point soit sur son cercle polaire, il faut et il suffit qu'il soit sur la cyclique.

Deux points conjugués par rapport à une anasymétrie de la cyclique sont dits conjugués par rapport à la cyclique ; deux sommets opposés P,P' de K sont dits absolument conjugués par rapport à la cyclique.

Les cercles polaires de deux points conjugués

A, B se coupent en deux points conjugués C, D. Le quadrangle ABCD est dit conjugué par rapport à la cyclique.

Cycliques focales admettant un quadrangle conjugué donné ABCD.

6. Appelons points jumeaux par rapport à un quadrangle deux points dont les coordonnées sont liées par $xx'=yy'=zz'=tt'$.

Cette transformation (qui ne dépend pas de l'orientation du quadrangle) admet les sommets du quadrangle ABCD comme points singuliers, il leur correspond les cercles $\gamma_A.\gamma_B,\gamma_C,\gamma_D$; ses points doubles sont les sommets A', B', C', D' du quadrangle réciproque.

toutes les cycliques $\mathcal{C}'$, absolument conjugué par rapport à une cyclique $\mathcal{C}'$ et formé de points opposés sur une infinité de cycliques $\mathcal{C}$.

Toute cyclique $\mathcal{C}'$ est le lieu des couples k conjugués d'un couple k'; toute cyclique $\mathcal{C}$ est le lieu des couples k' conjugués d'un couple k.

Equation des cycliques $\mathcal{C}$:

$$ax^2+by^2+cz^2+dt^2=0 \text{ avec } a+b+c+d=0.$$

Equation des cycliques $\mathcal{C}'$:

$$\lambda(yz-xt)+\mu(zx-yt)+\nu(xy-zt)=0.$$

Transformation $\mathfrak{T}$.

7. Soient quatre points non concycliques U, V, U', V' et un plan P passant par UU' ne passant ni par V ni par V'.

TABLEAU I

Espace anallagmatique à 3 dimensions	Espace linéaire à 2 dimensions
Sphère S	Points M, M'.
Cercle F { non cosphérique à c / non cosphérique à c' }	Divisions semblables.
Cercle F cosphérique à c	M fixe, M' sur une droite.
Cercle F cosphérique à c'	M sur une droite, M' fixe.
Cercle R { non en involution avec c / non en involution avec c' }	Transformation linéaire.
Cercle R { en involution avec c / non en involution avec c' }	Transformation linéaire droite-plan.
Cercle R { non en involution avec c / en involution avec c' }	Transformation linéaire plan-droite.
Cercle R { en involution avec c / en involution avec c' }	2 droites.
Cercle R conjugué par rapport à c	M fixe, M' quelconque.
Cercle R conjugué par rapport à c'	M quelconque, M' fixe.

La condition nécessaire et suffisante pour qu'il existe une cyclique focale admettant P,P' comme points absolument conjugués et ABCD comme quadrangle conjugué est que P et P' soient jumeaux par rapport au quadrangle. Ceci montre en particulier que si deux points sont jumeaux, leurs associés, au sens de Darboux [2], sont également jumeaux.

Appelons $\mathcal{C}$ et $\mathcal{C}'$ les cycliques respectivement conjuguées par rapport aux quadrangles réciproques ABCD et A'B'C'D', k et k' les couples de points jumeaux par rapport auxdits quadrangles.

Tout couple k est conjugué par rapport à toutes les cycliques $\mathcal{C}$, absolument conjugué par rapport à une cyclique $\mathcal{C}$ et formé de points opposés sur une infinité de cycliques $\mathcal{C}'$.

Tout couple k' est conjugué par rapport à

A toute sphère S on peut faire correspondre les points μ, μ' d'intersection de P avec les cercles orthogonaux à S passant respectivement par U, V et U', V'.

Soient Σ la sphère passant par U, V, U', V' et Γ_0 son intersection avec P, c et c' les cercles de foyers U, V et U', V'.

Faisons sur μ une inversion de pôle U suivie d'une homographie amenant l'inverse de Γ_0 à l'infini et une transformation analogue sur μ'. On obtient un couple orienté MM' qui est le transformé de S dans la transformation $\mathfrak{T}$.

A toute sphère S non orthogonale à Σ correspond un couple MM' à distance finie, et réciproquement.

A toute sphère S passant par c correspond un point M complètement indéterminé et un point M' déterminé, et réciproquement.

A toute sphère passant par c' correspond un

2. DARBOUX a appelé *associés* de deux points les intersections des cercles de rayon nul ayant pour centres ces deux points.

point M à l'infini et un point M' complètement indéterminé, et réciproquement.

A toute sphère orthogonale à Σ ne passant ni par c ni par c' correspond un couple à l'infini ; mais à un couple à l'infini correspond une infinité de telles sphères qui forment un faisceau ayant pour base un cercle cosphérique à c et c'.

Appelons S toute sphère non orthogonale à Σ, cercle F tout cercle basé d'un faisceau de sphères S, cercle R tout cercle orthogonal à un réseau de sphères S, la transformation $\mathfrak{T}$ fait correspondre à ces différents éléments ceux qui sont résumés dans le tableau final n° I.

La transformation $\mathfrak{T}$ permet de ramener le théorème classique du pentacycle (tous les cercles Γ en involution avec quatre cercles fixes sont en involution avec un cinquième) au *théorème de Ménélaüs*.

formation Θ sont résumés dans le tableau final n° II.

Le théorème du pentacycle devient, en prenant C_1, C_2 comme cercles du pentacycle :

Tous les couples conjugués par rapport à deux cycliques focales sont conjugués par rapport à une troisième.

En prenant les couples conjugués doubles, on voit qu'il y a en général trois cycliques focales dans un faisceau de cycliques.

Interprétation analytique.

9. Une cyclique est une courbe d'équation

$$\Phi(u,v) \equiv Au^2v^2 + Bu^2v + B'uv^2 + Cu^2 + C'v^2 + Duv + Eu + E'v + F = 0$$

S'il existe un système de valeurs u_1, u_2, v_1, v_2 tel que

$$\Phi(u_1,v_1) = \Phi(u_1,v_2) = \Phi(u_2,v_1) = \Phi(u_2,v_2) = 0,$$

il en existe une infinité.

TABLEAU II

Espace anallagmatique à 3 dimensions	Espace anallagmatique à 2 dimensions
Sphère S..	Anasymétrie.
Sphères passant par un cercle F.....	Cyclique focale $\mathcal{C}'$.
Sphères orthogonales à un cercle R....	Anasymétries jumelles par rapport à un quadrangle Q.
Sphères orthogonales à un cercle R....	Anasymétries conjuguées d'une anasymétrie τ.
Sphères orthogonales à une sphère T...	Anasymétries conjuguées par rapport à une cyclique focale $\mathcal{C}$.

Transformation Θ.

8. Soient N, N' les inverses de M, M' dans des inversions de pôles respectifs ω, ω'. La transformation Θ fait correspondre à S l'anasymétrie σ qui transforme ω en N' et ω' en N.

A toute sphère S non orthogonale à Σ correspond une anasymétrie non conjuguée par rapport à ω, ω'.

Appelons σ les anasymétries non conjuguées par rapport à ω, ω', τ les anasymétries conjuguées par rapport à ω, ω', $\mathcal{C}'$ les cycliques focales conjuguées par rapport à ω, ω', $\mathcal{C}$ les cycliques focales admettant ω, ω' comme points opposés, Q' les quadrangles admettant ω, ω' comme points jumeaux, Q les quadrangles réciproques des quadrangles Q'.

Ici les cercles c, c' ne jouent aucun rôle particulier. Il y a, par contre, deux cercles particuliers C_1, C_2 cosphériques à c et c', auxquels correspondent dans la transformation $\mathfrak{T}$ les couples II et JJ. (J'appelle, selon l'usage, I et J les points cycliques du plan, c'est-à-dire les points communs à tous les cercles du plan, en géométrie projective.)

Appelons R' les cercles en involution avec C_1, C_2, T les sphères orthogonales à un réseau de sphères S. Les éléments principaux de la transformation Θ sont résumés dans le tableau final n° II.

La relation 2,2 est singulière, la cyclique est focale. Il est facile de montrer que cette définition coïncide avec la définition géométrique donnée plus haut. La condition pour que la relation 2,2 soit singulière s'écrit :

$$\begin{vmatrix} A & B & C \\ B & D & E \\ C & E' & F \end{vmatrix} = 0.$$

Il y a en général trois cycliques focales dans un faisceau de cycliques.

Biquadratiques sphériques focales.

10. L'étude des biquadratiques montre que tout quadrilatère d'une quadrique inscrit à une biquadratique a ses sommets opposés de la même manière sur la biquadratique, en appelant premier, deuxième et troisième opposés d'un point sur la biquadratique ses transformés par les homologies biaxiales ayant pour axes les couples d'arêtes du tétraèdre conjugué à la biquadratique supposé globalement orienté.

D'autre part, un tel quadrilatère se trouve sur une quadrique dont le paramètre a même conjugué par rapport à deux couples de paramètres de cônes du faisceau. Il y a six quadriques analogues.

Pour trouver le nombre de biquadratiques sphériques focales d'un faisceau de biquadratiques sphériques, il faut chercher dans un plan auxiliaire le nombre de points B conjugués d'un point A par rapport à 2 couples de points d'intersection de AB avec la quartique représentant les cônes du faisceau. B est à l'intersection de la première et de la troisième polaire de A.

On retrouve pour la troisième fois qu'il y a trois cycliques focales dans un faisceau de cycliques.

Remarque sur le caractère intrinsèque des points opposés.

11. Si on donne aux différentes courbes de genre 1 envisagées dans ce mémoire un paramétrage elliptique, on constate que les points considérés comme opposés sur une cyclique focale ou une biquadratique sont des points dont les paramètres diffèrent d'une demi-période. On peut donc définir des points opposés sur toute courbe de genre 1; sur une cubique, ce sont des points ayant même tangentiel. La définition intrinsèque d'une cubique circulaire focale peut s'énoncer : *une cubique circulaire focale est une cubique qui admet les points cycliques comme points opposés.*

Il pourrait être intéressant de rechercher si deux points opposés sur une courbe plane ou gauche de genre 1 ont une correspondance de caractère géométrique simple.

Roger Apéry.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques et chimiques.

Delépine (M.), *Membre de l'Institut.* — **La synthèse totale en Chimie organique.** Mémoires de Wohler, Gerhardt, Berthelot, Le Bel, van t'Hoff, Jungfleisch Ladenburg et Pasteur *des « Classiques de la découverte scientifique ». Gauthier-Villars éditeur, Paris*, 1937. 143 *p. petit in-octavo.*

Si la Biologie recherche de plus en plus l'explication des phénomènes de la vie dans les phénomènes chimiques, de son côté la Chimie cherche de plus en plus à reproduire des phénomènes ressemblant à ceux de la vie. Cette préoccupation semble même le fil directeur qui a guidé M. Delépine dans son exposé de l'histoire des synthèses en Chimie organique, d'ailleurs probablement parce que c'est là aussi le stimulant principal qui a excité les chercheurs non fascinés par les applications industrielles.

Dans cet ouvrage M. Delépine ne s'est pas contenté de faire une préface à un recueil de morceaux choisis mais il a surtout rédigé un texte qui sert en quelque sorte de ciment entre les extraits d'ouvrages de savants jalonnant des points particulièrement saillants de la synthèse organique.

Après avoir montré ce qu'était une analyse au XVIIe siècle en l'illustrant, par l'exemple, de l'urine, il montre comment s'est précisé au cours du XVIIIe siècle la question de sa composition pour arriver non seulement à l'isolement de sa substance la plus caractéristique, l'urée, mais encore en 1828 avec Wöhler à la synthèse de cette substance.

Il passe ensuite à la question de la synthèse totale en Chimie organique en réservant comme tout le monde s'y attendait une large place à l'œuvre de Berthelot. Après ces travaux il était donc acquis que les corps fabriqués par les végétaux et les animaux pouvaient l'être également dans les laboratoires mais restait la question de la synthèse totale des molécules réellement asymétriques. Après les travaux de Berthelot les vitalistes voyaient dans la production de ces molécules par les êtres vivants une propriété spécifique de la vie. La dernière partie de cet ouvrage est donc consacrée à cette question qui a demandé trois quarts de siècle pour être résolue. A ce sujet on lira d'intéressant extraits de Pasteur, Le Bel et van t'Hoff. L'ouvrage se termine par un aperçu sur la solution à peu près définitive du problème. On y trouve signalé les récentes expériences qui semblent bien établir que les corps doués de pouvoir rotatoires peuvent être produits eux-mêmes dans les laboratoires en opérant leur synthèse sous l'influence de la lumière polarisée circulairement.

Voilà donc le bilan d'un siècle et demi d'efforts fournis par les chimistes en vue d'expliquer les phénomènes de la vie. Il semble qu'on devrait être émerveillé par ces conquêtes. Pourtant la tâche n'est pas achevée et les vitalistes demanderont encore que les chimistes fabriquent dans leurs laboratoires des molécules qui se reproduisent elles-mêmes comme les êtres vivants c'est-à-dire qui assimilent à leur propre substance les autres substances chimiques aux milieux desquelles elles se trouvent, c'est-à-dire encore que les chimistes trouvent des réactions autocatalytiques très spécifiques. On ne sentira réellement que la synthèse chimique a rejoint la biologie que le jour où, par exemple, on fabriquera une substance quaternaire composée de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote et qui placée dans une solution de carbonate d'ammonium pourra spontanément augmenter de masse par simple absorption d'une énergie extérieure comme la radiation solaire. A ce moment on ne pourra plus guère distinguer une telle synthèse

autocatalytique d'un phénomène biologique. Les chimistes ne sont donc pas encore arrivés au but mais la voie leur est tracée.

J. MARTINET.

Desch (C. H.). — **Metallography.** — 1 *vol. in-8° de 402 pages, édité chez Lorgmans, Green and Co, Londres, New-York et Toronto*, 1937 (*Prix* : 21 *sh.*).

L'excellentt traité de métallographie de M. Desch arrive aujourd'hui à sa quatrième édition. Les trois premières avaient paru respectivement en 1910, 1913 et 1922, et les progrès accomplis depuis cette dernière date ont obligé l'auteur à remanier complètement certains chapitres. Le plan général a cependant été conservé. Les premiers chapitres sont consacrés aux questions fondamentales de l'analyse thermique et de l'analyse microscopique des métaux et de leurs alliages : l'étude des alliages binaires est particulièrement développée, et les indications données sur les alliages ternaires ou plus complexes ne peuvent être regardées que comme une introduction à une étude plus complète. La grande nouveauté de l'édition actuelle est l'apparition de chapitres spéciaux sur l'analyse cristalline par les rayons X et son application à la métallographie. Ces chapitres (IX et X) sont dus à M. Preston. Ils complètent très utilement l'exposé des méthodes classiques plus anciennes, bien que la place allouée à l'analyse par diffraction électronique reste encore bien petite. Parmi les questions plus spéciales qui font l'objet de la seconde partie de l'ouvrage, on peut signaler l'étude de la croissance des cristaux métalliques et de la formation des monocristaux, celle de la diffusion, à l'état solide, celle de la corrosion, celle de certains groupes d'alliages particulièrement importants (surtout le groupe des aciers), etc. La clarté de l'exposé et la richesse de la documentation sont remarquables, et l'on comprend que ce manuel ait reçu l'accueil le plus favorable dans tous les pays de langue anglaise. Il est certainement difficile de rassembler sous un volume relativement modéré plus de renseignements précis et de résultats importants. L'ouvrage peut être recommandé à tous ceux qui s'intéressent à la physique des métaux, tant du point de vue scientifique que du point de vue industriel.

Eugène BLOCH.

Guizonnier (R.). — **Composante diurne et composante semi-diurne du champ électrique terrestre.** — *Un vol. in-8° de 110 pages avec 27 figures. Société française d'imprimerie et de librairie, Poitiers*, 1937.

Ce travail, présenté comme thèse de doctorat devant la Faculté des Sciences de Paris, a pour objet l'étude de la variation diurne du champ électrique terrestre, en utilisant la méthode d'analyse de M. Labrouste. Il renferme l'étude détaillée, à l'exception des seuls jours de neige ou de pluie, de l'amplitude et de la phase de la composante diurne et de la composante semi-diurne du champ électrique terrestre, et de leurs liens avec diverses grandeurs de physique atmosphérique ou solaire, ordinairement déterminées dans les observatoires : pression, température, humidité relative, tension de vapeur et activité solaire. L'auteur a également envisagé les rares données concomitantes dont on dispose à l'heure actuelle sur la charge spatiale et le champ électrique.

La première partie du travail constitue une étude générale des données recueillies par l'ensemble des observatoires; elle renferme également un exposé de l'intéressante méthode d'analyse de M. Labrouste, avec quelques remarques personnelles de l'auteur destinées à appeler l'attention sur les avantages de cette méthode par rapport à celle de la série de Fourier.

La seconde partie résume les résultats relatifs à une étude expérimentale sur le champ électrique de l'atmosphère dont l'auteur a effectué l'enregistrement à Poitiers; il a d'abord retrouvé les lois déduites de l'étude générale puis porté son attention sur les irrégularités du champ électrique.

A. B.

2°. — Sciences naturelles.

Célestino Da Costa (A.). — **Eléments d'Embryologie.** — 1 *vol.*, 494 *pages, illust., Masson et Cie, Paris*, 1938.

Très intéressant manuel, rédigé originalement et traduit sur l'édition portugaise. L'ouvrage comprend trois parties et un appendice. La première, *Préliminaires*, traite de la reproduction des organismes; des gamètes; des zygotes, fécondation et parthénogenèse; du mécanisme cytologique de la transmission héréditaire. La deuxième, *Embryologie générale*, envisage la segmentation, la gastrulation; les annexes embryonnaires; les dérivés des feuillets embryonnaires et la formation générale du corps; la détermination du développement; les anomalies du développement. La troisième, *Embryologie spéciale*, est consacrée à la formation du squelette et des organes de mouvement; à celui de la peau et de ses annexes, du système nerveux et des organes des sens; du sang et de l'appareil circulatoire, des dérivés branchiaux et des séreuses; des appareils urogénital et surrénal. Chaque chapitre est complété par une bibliographie éclectique permettant de retrouver les sources principales et les mémoires fondamentaux. L'appendice est un aperçu de l'histoire de l'embryologie. 386 figures illustrent cet utile traité, la majorité dessinée spécialement pour une meilleure compréhension du texte. La grande autorité du professeur d'histologie et d'embryologie de la faculté de médecine de Lisbonne, ami de notre pays, est le très sûr garant de la valeur de ce magnifique livre. Je le recommande chaleureusement, assurant qu'il ne fait double emploi avec aucune de nos références habituelles sur les problèmes soulevés.

R. S.

Demolon (Albert), *Ingénieur Agronome, Docteur ès sciences physiques, Membre de l'Académie d'Agriculture.* — **Principes d'Agronomie**. *Tome I.* **La dynamique du sol.** — *1 vol. in-8° de 495 pages avec figures et planches hors texte. Dunod, Paris,* 1938.

Le sol représente un milieu en perpétuelle évolution qu'on peut regarder comme « la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques ». Il apparaît également comme un « milieu de culture » au sens biologique du mot, le plus important d'ailleurs pour l'existence de l'humanité. On conçoit l'intérêt que peut présenter, pour l'agronome, l'étude des transformations spontanées ou provoquées dont un tel milieu est le siège. Aussi la première édition du magistral traité où ces transformations étaient pour la première fois envisagées dans leur ensemble en un ouvrage de langue française a-t-elle été rapidement épuisée. Dans la présente édition, M. Demolon, sans modifier les grandes lignes de son ouvrage, l'a revu avec soin de manière à le tenir au courant des principaux résultats acquis dans ce domaine qui fait l'objet, à l'heure actuelle, d'un très grand nombre de recherches dans tous les pays.

Il paraît inutile de présenter longuement un traité qui a reçu un accueil aussi favorable du public et qui a pour auteur l'un des spécialistes du monde entier qui était le plus qualifié pour l'écrire. Nous nous contenterons donc d'en rappeler très brièvement les lignes essentielles. L'auteur étudie d'abord les transformations des roches ignées ou métamorphiques qui préludent à la formation des sols, puis il discute en détail les problèmes de la pédogenèse et leurs conséquences. Il examine ensuite successivement :

1° le milieu physique, c'est-à-dire la structure du sol, la circulation de l'eau et de l'air dans sa masse, sa climatologie propre et, en général, l'action des divers facteurs physiques susceptibles d'influer sur ses propriétés; 2° le milieu chimique, défini par l'ensemble des réactions chimiques qui caractérisent son métabolisme et qui présentent des caractères très spéciaux tenant principalement à la présence dans le sol de colloïdes minéraux ou organiques sans cesse en évolution; 3° le milieu biologique dans lequel interviennent de nombreux organismes vivants : microbes, végétaux, animaux, à propos desquels l'auteur examine les conditions d'adaptation du milieu au développement de ces mêmes organismes.

Le sol, a écrit quelque part Berthelot, est « quelque chose de vivant ». On s'en aperçoit constamment en lisant l'ouvrage si documenté, si clairement ordonné et si suggestif que lui a consacré M. Demolon. L'auteur, à qui l'on doit de magnifiques travaux sur les colloïdes argileux et les colloïdes humiques, a insisté avec raison sur l'importance que joue dans les divers comportements du sol la présence de nombreuses substances à l'état colloïdal, c'est-à-dire en un état caractérisé par une constante instabilité. Par ce caractère, comme par bien d'autres, son traité se présente comme une œuvre d'une puissante originalité propre à féconder les recherches relatives aux propriétés du sol envisagées dans toute leur complexité, recherches auxquelles M. Demolon a donné en France une impulsion aussi efficace que profonde.

A. Boutaric.
Membre de l'Académie d'agriculture.

Robert (Paul-A.). — **Les Insectes I** (Coléoptères, Orthoptères, Archiptères, Névroptères), II. (Hyménoptères, Lépidoptères, Rhynchotes, Diptères), *Collection de poche* « **Les Beautés de la Nature** », *2 vol.*, 189 *et* 270 *pages*, 32 *planches en couleur et* 76 *dessins chacun. Delachaux et Niestlé, Neuchatel et Paris*, 32, *rue de Grenelle*, 1936-37.

Ces splendides petits volumes ouvrent une collection réservée aux multiples formes de la nature vivante, plantes et animaux. Dans l'esprit du directeur de la collection, chaque ouvrage évite l'écueil de l'aridité d'un manuel technique d'organographie et de systématique, évite aussi le roman et la note lyrique pour chaque vie décrite qu'il s'agisse d'un Oiseau, d'un Insecte, d'une Fleur, d'un Champignon. Conçus à la française, ces volumes de poche tiennent de l'un et de l'autre, s'inspirent des notions indispensables chères aux savants mais ne se dégagent pas de l'harmonieuse poésie qu'inspire tout ce qui vit. Ils procèdent des œuvres d'Henri Fabre, de Brehm, de Roule, de Jean Rostand; ils autorisent à identifier bien des êtres avec lesquels la plus courte promenade, la plus discrète ascension, la plus brève partie de pêche nous mettent en contact. L'illustration est en tous points remarquable avec des dessins en noir permettant de saisir des détails anatomiques, mais surtout de magnifiques hors-textes en couleurs reproduits avec une exquise fidélité.

Le premier volume, celui inaugurant ces « Beautés de la Nature », est consacré aux Coléoptères, Orthoptères, Archiptères, Névroptères; le second, aux Hyménoptères, Lépidoptères, Rhynchotes, Diptères. Présentés sous reliure toile élégante, ils comportent à côté de descriptions et d'informations éthologiques, des indications pratiques, allant de la mise en collection jusqu'à la destruction des nuisibles : ils remplissent parfaitement leur but.

R. S.

3° Divers.

Brion (M.) — **La résurrection des villes mortes.** — *2 vol. t. I, 308. p.; t. II, 344 p. Paris*, 1937-1938, *Payot, éditeur (Prix : chaque volume 32 francs).*

Etant donné le succès obtenu dès sa parution, le nouvel ouvrage de M. Marcel Brion n'a pas besoin d'être présenté. Il s'agit plutôt de souligner son importance.

Les premiers chapitres sont consacrés à l'archéologie vivante et à la technique moderne des fouilles, qui comporte maintenant une phase d'observations

aériennes aussi bien que sous-marines. On y voit les chercheurs au travail; « on commence avec une excavatrice, on finit avec une brosse à dents ». Lorsque tous les matériaux d'un site ont été recueillis, il faut les étudier et les publier avec les moyens financiers nécessaires.

M. Brion passe ensuite en revue les villes mortes selon le dernier état des recherches archéologiques qui les ressuscitent. Nous parcourons avec l'auteur la Méditerranée orientale : l'Egypte, la Crète, Chypre, l'Asie Mineure, la Syrie, la Palestine; puis la Mésopotamie et la Perse.

Les matières traitées dans le second volume sont moins familières aux non-spécialistes, sortant du cadre des grandes civilisations du Proche-Orient.

L'auteur consacre la première moitié du volume à la Chine, à l'Inde, à l'Asie centrale et à l'Indochine, mettant en relief les résultats obtenus par l'Ecole française.

Dans la seconde partie, une série de fresques brillantes fait revivre les extraordinaires civilisations américaines détruites par l'invasion espagnole : celles des Mayas, des Mexicains et des Incas. En ce qui concerne les civilisations incasiques et pré-incasiques, l'auteur souligne l'œuvre des archéologues péruviens (particulièrement du Dr Luis E. Valcarcel) qui ont découvert des trésors d'art susceptibles (l'antiquité mise à part) de rivaliser avec les plus somptueuses trouvailles de l'Egypte et de la Mésopotamie.

R. Furon.

Brunschvicg (Léon). — **Le rôle du Pythagorisme dans l'évolution des idées.** — 1 *vol. de* 28 *pages* (*Collection des* Actualités scientifiques). *Hermann, édit., Paris,* 1937.

Dans la magnifique conférence qu'il a donnée au Centre Universitaire Méditerranéen de Nice, M. Léon Brunschvicg a mis en lumière les points essentiels du pythagorisme et le rôle de cette doctrine dans l'évolution de la pensée philosophique. Le trait original du pythagorisme, celui tout au moins qui en est devenu le trait essentiel, c'est la souveraineté du nombre, en entendant par là le nombre entier positif à partir de deux. « Les choses sont des nombres, ou tout au moins se représentent par des nombres ». M. Léon Brunschvicg montre qu'on assiste avec le pythagorisme à la naissance de la partie purement intellectuelle des mathématiques, celle dont on a pu dire que, détachée de toute application, elle a été cultivée pour le seul honneur de l'esprit humain. Il mentionne les premières applications que les pythagoriciens firent des mathématiques à l'acoustique et à l'astronomie. Mais il signale qu'en dehors des applications positives de la science du nombre, il existe tout un côté mystique du pythagorisme qui a eu des prolongements jusqu'à nous, et il anaalyse, en quelques pages d'une rare élévation de pensée, ces idées des acousmatiques qui croyaient à une parfaite harmonie entre l'intelligible et le réel. Tous les esprits cultivés éprouveront le plaisir le plus délicat à lire les trop courtes pages que M. Léon Brunschvicg consacre au pythagorisme, dans lesquelles la précision de la pensée s'allie harmonieusement avec la plus pure élégance de la forme.

A. Boutaric.

Delawarde (J.B.). — **La vie paysanne à la Martinique.** — *Editeur Larose,* 11, *rue Victor-Cousin. Cte Ch.postaux* : *Paris* 428-81.

Ce qui manque aux deux livres précédents : le souffle de la vie... se trouve dans chaque page de ce livre. Les biologistes qui s'intéressent au comportement doivent lire ce livre. Le public cultivé y trouvera un charme exquis.

René Porak.

Gonseth (F.). — **Qu'est-ce que la logique ?** — 1 *broch. in*-8°, 91 *pages.* Act. Scient. et Ind., *Hermann et Cie, Paris,* 1937. (*Prix : 18 fr.*).

En première instance, selon F. Gonseth, la Logique est une *physique de l'objet quelconque;* et il faut entendre de l'objet abstrait et même de l'abstraction objectivante qui procède par axiomatisation simplificatrice de la physique des objets concrets comme lorsque de la considération du *fil tendu* l'on transcend à la notion de ligne droite. En deuxième instance, la Logique est considérée par l'auteur comme le canon de nos jugements, comme l'ensemble des règles du discernement entre le vrai et le faux, au moyen des ressources du langage. En troisième instance, et c'est là celle sur laquelle l'auteur appuie ses conclusions : « La logique formule, dans une première confrontation vigoureuse et sommaire, les règles de fait selon lesquelles peut s'établir l'accord des possibilités et des nécessités de notre propre nature. Appliquée aux fins de l'Action, c'est une technique mentale qui opère à l'aide des représentations sommairement adéquates des réalités les plus primitives et construit avec elles des analogies schématiques pratiquement efficaces ».

Notons que F. Gonseth préconise une philosophie idonéiste selon laquelle la procédure mathématique est éminemment idoine aux processus mentaux et aux procédés techniques et que la schématisation axiomatique qui rend compte des trois principes classiques : identité, contradiction, tiers exclu, concerne un système tel que « chaque partie en reflète le tout » comme c'est le cas de tout le schématisme numéral, temporel et spatial.

G. Malfitano.

Habid Ayout (Henry). — **Mœurs et Coutumes des Fellahs.**

Parmi tant de livres sur l'Egypte, voici le premier qui nous montre le paysan, fortune du Nil, au travail dans son cadre géographique et dans son environnement social.

R. P.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er Mai 1939.

M. **E. Teodoresco** est élu Correspondant pour la Section de Botanique.

La Section de Chimie présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès M. G. Urbain : 1° M. **M. Tiffeneau** ; 2e MM. **Edm. Blaise, P. Jolibois, P. Pascal, M. Sommelet** et **A. Wahl.**

1° Sciences mathématiques. — **Em. Borel** : *Sur une interprétation des probabilités virtuelles.* — **J. Drach** : *Application de la méthode de Darboux aux équations* $s = f(x, y, z, p, q)$: *invariants rationnels.* — **G. Heilbronn** : *Sur la construction des équations* $s + f(x, y, z, p, q, r) = o$ *qui possèdent un invariant du second ordre.* — **M. Eger** : *Sur une propriété caractéristique des fonctions harmoniques et biharmoniques.* — **S. Wachs** : *Sur les transformations pseudo-conformes admettant un point-frontière invariant.* — **B. Kwal** : *Sur les équations indépendantes de la théorie du photon.* — **R. Reulos** : *Sur l'équation linéaire du second ordre et les systèmes différentiels.* — **J. Chazy** : *Sur l'action d'un anneau circulaire sur le périhélie et le nœud d'une planète.*

2° Sciences physiques. — **L. Herman** et Mme **R. Herman** : *Sur l'existence de la phosphorescence de l'oxygène dans le spectre du ciel nocturne.* — **F. Perrin** : *Calcul relatif aux conditions éventuelles de transmutation en chaîne de l'uranium.* — **H. von Halban jr, L. Kowarski** et **P. Savitch** : *Sur la capture simple des neutrons thermiques et des neutrons de résonance par l'uranium.* — **L. Giraut-Erler** : *Théorie du titrage potentiométrique différentiel (acides et bases faibles).* — **J. Lecomte** et **R. Freymann** : *Etude des spectres d'absorption infrarouge des solides par la méthode des poudres (acétates, formiates, oxalates, acétyl-acétonates. sulfates).* — **H. Jolivet** et **A. Portevin** : *Sur la formation de structures granulaires dans le domaine supérieur de transformation des aciers.* L'étude de la transformation isotherme dans le domaine Ar' met en évidence, aux températures inférieures de ce domaine, des structures granulaires qui font suite aux structures lamellaires et présentent des caractères différents. — **R. Vieillefosse** : *L'hydrolyse partielle du dichlorure sulfoacétique.* — **R. Cornubert** et **G. Morelle** : *Existence probable de trois* $\alpha\alpha'$*-dibenzylcyclohexanones.* — **M. Mousseron, R. Granger** et **M. Ronayroux** : *Sur la constitution de l'essence et de l'huile pyrogénée de* Juniperus oxycedrus *L.* On y a trouvé du cadinène, du cadinol et un sesquiterpène $C^{13}\ H^{24}$ non identifié. — **R. Calas** : *Nouvel exemple de passage du cycle en* C^5 *au cycle en* C^6 *par déshydratation pinacolique.*

Sciences naturelles. — M. **Ferdinand Prantl** : *Sur les Bryozoaires siluriens de la Montagne Noire.* L'étude paléontologique entreprise prouve l'existence d'une association à Bryozoaires de composition homogène dans tout l'Ordovicien supérieur languedocien. Cette association est analogue à celle connue dans le Caradoc des Alpes carniques ; elle est nettement différente de celles décrites en Angleterre, en Bohême et dans les régions baltiques. Dans le Gothlandien-Dévonien du Nord de Limouzis existe une autre association à Bryozoaires, moins bien connue que celle du Caradoc ; les relations entre ces deux faunes sont encore obscures. — M. **Soubhi Mazloum** : *Propagation des composantes hydrométriques dans le bassin de l'Oronte.* — MM. **R. Bureau, M. Douguet** et **Ph. Wehrlé** : *Radiosondages dans les mers australes.* — M. **Georges Dubois** et Mme **Camille Dubois** : *Caractères micropaléobotaniques d'une tourbe du Togo.* La tourbe est essentiellement formée de restes de Fougères appartenant à deux espèces au moins, dont l'une, *Ceratopteris thalictroides*, Parkériacée aquatique vit actuellement encore dans les régions tropicales et intertropicales. La tourbification fut très intense ; elle n'a respecté que quelques tissus ligneux, de rares épidermes, des fragments de sporanges et des spores. — M. **Marius Chadefaud** : *Eléments mitochondriaux actifs et inactifs chez les Diatomées du genre* Fragilaria. — M. et Mme **Jean Feldman** : *Sur l'alternance de générations chez les Bonnemaisoniacées.* Les carpospores des Bonnemaisoniacées étudiés donnent naissance à des tétrasporophytes de morphologie tout à fait différente de celle du gamétophyte. Le type, tout à fait nouveau, d'alternance de générations rapproche les Bonnemaisoniacées des Rhodophycées diplobiontes, puisque les carpospores, au lieu de donner naissance à une plante sexuée, produisent un tétrasporophyte. Mais elles en diffèrent par le dimorphisme très prononcé existant entre le tétrasporophyte et le gamétophyte de la même espèce chez les Bonnemaisoniacées, dimorphisme n'existant pas chez les Rhodophycées. Enfin chez les Bonnemaisoniacées, gamétophyte, carposporophyte et tétrasporophyte sont haploïdes, ces algues sont donc des haplobiontes, et s'il y a alternance de formes il n'y a pas alternance de phases. — MM. **Marc Simonet** et **Marcel Guinochet** : *Obtention par les* α*-monochloronaphtalène et* α*-monobromonaphtalène d'effets comparables à ceux exercés, sur les caryocinèses végétales, par la colchicine.* L'action de ces deux dérivés halogénés du naphtalène provoque, chez *Triticum vulgare* des modifications du type colchicinique et non du type paradichlorobenzénique. On peut donc parler d'une morphose colchicinique, type qui est bien spécial ; les anomalies de la caryocinèse aboutissant finalement à un accroissement du nombre de chromosomes. — M. **Henri Prat** : *Etude sur les possibilités de respiration sous-marine.* L'observation des échanges gazeux des végétaux submergés a conduit l'auteur à envisager le problème général de la respiration sous-marine et les possibilités d'assurer la respiration humaine, le fonctionnement de moteurs sous-marins etc., en utilisant l'oxygène dissous dans l'eau et en éliminant le CO^2 et les autres gaz nuisibles par voie de dissolution. Divers dispositifs expérimentaux ont été réalisés, ils comportent comme intermédiaire entre l'eau extérieure et les tissus vivants un milieu gazeux, qui serait une sorte d'*atmosphère auxiliaire* (principe des branchies trachéennes).

Le Gérant : Gaston Doin

Sét Gle d'Imp. et Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.— 12-39.